

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra automatizační techniky a řízení

# **Tvorba aplikace z oblasti rozšířené reality**

Application of Augmented Reality

Student: Adam Podešva

Vedoucí práce: Ing. Pavel Smutný, Ph.D.

Ostrava 2019

## Zadání bakalářské práce

Student: **Adam Podešva**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **3902R001 Aplikovaná informatika a řízení**  
Téma: **Tvorba aplikace z oblasti rozšířené reality**  
**Application of Augmented Reality**  
Jazyk vypracování: **čeština**

### Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s oblastí rozšířené reality a popište možnosti použití ve výuce nebo průmyslu.
2. Prozkoumejte a popište dostupné nástroje na tvorbu aplikací z oblasti rozšířené reality.
3. Navrhněte a vytvořte ve zvoleném nástroji vlastní aplikaci.
4. Zhodnoťte dosažené výsledky a navrhněte směry dalšího řešení.

### Seznam doporučené odborné literatury:

MULLEN, Tony, 2011. *Prototyping augmented reality*. Indianapolis: Wiley. ISBN 978-1-118-03663-1.  
SCHMALSTIEG, Dieter a Tobias HÖLLERER, 2016. *Augmented reality: principles and practice*. Boston: Addison-Wesley. ISBN 978-0-321-88357-5.  
STEJSKAL, Ondřej, 2016. *Rozšířená realita a její využití v současné době*. Brno. Dostupné také z: <https://is.muni.cz/th/x7r8p/>. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí práce Tomáš Staudek.  
CONDENÁROVÁ, Michelle, 2015. *Návrh interaktivní učebnice / výukové aplikace*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 54 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/37350>. Bakalářské práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta multimediálních komunikací, Ateliér Digitální design. Vedoucí práce Stránský, Bohuslav.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Smutný, Ph.D.**

Datum zadání: 21.12.2018

Datum odevzdání: 20.05.2019

  
doc. Ing. Renata Wagnerová, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Tvorba aplikace z oblasti rozšířené reality“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Ostravě dne 20.5.2019

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Adam Polý", written over a dotted line.

Podpis

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu Ing. Pavlovi Smutnému, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, konzultace, věcné připomínky a užitečné rady. Také bych rád poděkoval p. Ing. Šárce Hurníkové, Ph.D. za poskytnutí podkladů pro tvorbu mé práce.

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména §35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a §60 (Školní dílo),
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§35 odst.3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské\*) práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst.4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на вѣдомі, že – podle zákona č.111/1998Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů -že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 20. května 2019



Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Adam Podešva

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Jablunkov 454, Jablunkov 739 91

## **Anotace bakalářské práce**

PODEŠVA, Adam. *Tvorba aplikace z oblasti rozšířené reality: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra automatizační techniky a řízení, 2019, 65 s. Vedoucí práce: Ing. Pavel Smutný, Ph.D.

Cílem této bakalářské práce je s využitím rozšířené reality rozšířit studijní materiály do předmětu Základy strojnictví. V rámci práce je popsána problematika rozšířené reality a uvedeny příklady použití v různých oblastech jako je vzdělávání, marketing nebo logistika a průmysl. Byly prozkoumány a popsány dostupné nástroje na tvorbu aplikací z oblasti rozšířené reality. Následně bylo zpracováno devět 3D modelů, které lze pomocí mobilního zařízení zobrazit. 3D modely mohou pomoci k lepší vizualizaci a pochopení probírané látky.

**Klíčová slova:** Rozšířená realita, virtuální realita, mobilní aplikace

## **Annotation of bachelor thesis**

PODEŠVA, Adam. *Application of Augmented reality: bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Control Systems and Instrumentation, 2019, 65 p. Thesis head: Ing. Pavel Smutný, Ph.D.

The aim of this bachelor thesis is to use the augmented reality to extend the study materials to the subject Fundamentals of Engineering. The thesis describes the issue of augmented reality and gives examples of use in various areas such as education, marketing or logistics and industry. Available tools for building augmented reality applications have been explored and described. Subsequently, nine 3D models were elaborated, which can be displayed using a mobile device. 3D models can help to better visualize and understand the subject matter.

**Keywords:** Augmented reality, virtual reality, mobile application

## Obsah

Úvod.....	9
1 Rozšířená realita .....	10
1.1 Vývoj rozšířené reality.....	11
1.2 Rozdělení AR .....	14
1.3 Technologie AR .....	16
1.4 Zařízení používající AR .....	18
2 Využití rozšířené reality .....	21
2.1 Logistika.....	21
2.2 Marketing a reklama.....	23
2.3 Vzdělávání.....	24
2.4 Průmysl.....	26
3 Nástroje na tvorbu aplikací z oblasti rozšířené reality .....	31
4 Vlastní tvorba aplikace.....	34
4.1 Seznámení s programem .....	34
4.2 Vlastní tvorba rozšířené reality .....	36
5 Realizace modelů rozšířené reality pro předmět Základy strojnictví.....	50
6 Závěr.....	53
7 Seznam použité literatury .....	55
8 Přílohy .....	59

# SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

<b>Zkratka</b>	<b>Anglický jazyk / Český jazyk</b>
AR	Augmented reality / Rozšířená realita
AV	Augmented virtuality / Rozšířená virtualita
VR	Virtual reality / Virtuální realita
GPS	Global positioning system / Globální polohový systém
HMD	Head-mounted display / Brýle pro virtuální realitu
HUD	Head-up display / Průhledový displej
iOS	iPhone operating system / iPhone operační systém
MR	Mixed reality / Mixovaná realita
NURBS	Non-uniform rational basis spline / Matematický model
SART	Smart Augmented Reality Tool / Chytrý nástroj rozšířené reality
SDK	Software development kit / Sada vývojových nástrojů
UWP	Universal Windows Platform / Univerzální platforma Windows



# Úvod

Rozšířená realita je dynamická a stále se vyvíjející technologie, která je v současné době využívána v nejrozličnějších oborech. S rozšířenou realitou se můžeme setkat v oblastech medicíny, vzdělání, logistiky, zábavy, cestování, reklamy, armády nebo v průmyslu.

Cílem této práce je tvorba aplikace s využitím rozšířené reality. Toto téma jsem si vybral, jelikož mě lákala touha poznat něco neobvyklého a pro mě nepoznaného. Rozšířená realita splnila toto kritérium a opravdu, než jsem začal psát tuto práci, neměl jsem jasnou vizi, co si pod tímto názvem jasně představit. Z tohoto důvodu chci čtenáře zasvětit do oboru rozšířené reality, vysvětlit základní principy, postupy a vytvořit u čtenáře jasnou představu rozšířené reality.

V dalším bodě v této práci se pokusím ukázat některé postupy a využití rozšířené reality ve vybraných oborech jako logistika, marketing a reklama, vzdělávání nebo průmysl a výroba. Chci čtenáři popsat fungování a princip rozšířené reality v praxi, ukázat výhody, či případné nevýhody v daném oboru nebo odvětví.

Následně se pokusím o průzkum trhu a popis dostupných nástrojů na tvorbu aplikací z oblasti rozšířené reality. Vyberu si jeden nástroj pro tvorbu a popíšu možnosti programu pro tvorbu aplikací. Ke konci práce seznámím čtenáře s možnými dalšími směry řešení daného problému.

# 1 Rozšířená realita

Rozšířená realita – *Augmented Reality* (AR) je obor a technologie, která v posledních letech zažívá velký vzestup. Je to interaktivní zkušenost v reálném světě, kdy objekty, které se nacházejí v reálném světě, jsou „rozšířeny“ počítačem vytvořenými informacemi. Rozšířená realita je propojena s fyzickým světem, takže je vnímána jako skutečné prostředí. Rozšířená realita má příslib vytvoření přímých, automatických a přijatelných vazeb mezi fyzickým světem a elektronickými informacemi. Poskytuje jednoduchý a okamžitý přístup uživatelského rozhraní k elektronicky zdokonalenému fyzickému světu. (Mullen, c2011), (Schmalstieg, 2016)

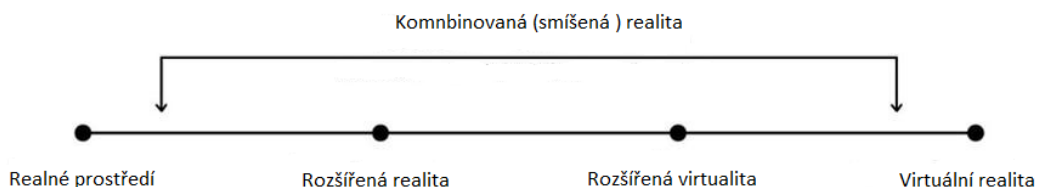
Jedna z prvních, nejdůležitějších a nejrozsáhlejších definic rozšířené reality byla formulována americkým vědcem Ronaldem Azumem.

Ve svém průzkumu z roku 1997 uvádí, že AR musí mít tři následující charakteristiky:

- Kombinace reálného a virtuálního prostředí.
- Interaktivita v reálném čase - systém, který pracuje s uživatelem v reálném čase.
- Registrace v 3D prostoru - to znamená, že všem objektům, které se vyskytují v reálném světě, musí být přiřazena jejich jednoznačná pozice. (Azuma)

Často se může plést, či zaměňovat rozšířená realita s virtuální realitou. Rozšířená realita, na rozdíl od virtuální reality, nevytváří nový 3D svět, ale modifikuje ten, který již existuje. Virtuální realita zcela nahrazuje skutečný svět, což znamená, že uživatel vidí obraz zcela zpracovaný počítačem. Podstatným rozdílem je také oddělení od reálného světa, který v případě rozšířené reality existuje jako rozšířený a obohacený svět o další počítačem vygenerované informace. (Mullen, c2011)

Pro lepší představu o rozšířené realitě můžeme použít Milgramovo schéma virtuálního kontinua, které v 1994 vytvořili Fumio Kishino a Paul Milgram. Schéma je zároveň definicí mixované reality - *Mixed reality* (MR).



Obrázek 1 - Milgramův schémat virtuálního kontinua

Výše uvedené schéma ukazuje, že pokud lokalizujeme reálné prostředí na jednom konci osy a v druhém virtuálním prostředí, bude mezi oběma prostředími jak rozšířená realita, tak rozšířená virtualita - *Augmented virtuality* (AV). AR se nachází hned vedle skutečného prostředí, zatímco AV ve virtuálním prostředí. Z toho můžeme vyvodit závěr, že čím bližší je systém VR, tím je méně reálných prvků. Je také třeba vědět, že stejně jako rozšířená realita může být rozšířena o virtuální prvky, taky virtuální svět může být obohacen reálnými objekty, čímž se vytvoří rozšířená virtuálnost. Smíšená realita je vše mezi reálným a virtuálním prostředím. (Mullen, c2011), (Milgram, 1994)

## 1.1 Vývoj rozšířené reality

Může se zdát, že rozšířená realita je velice mladá technologie, ale již v 50. letech minulého století začaly vznikat první technologie vytvářející virtuální realitu.

Podle mnoha publikací za otce rozšířené reality se považuje Morton Heilig (1926 - 1997). V roce 1962 vznikl prototyp, velký masivní stroj Sensorama. Prototyp představoval na obrazovce film jedoucího cyklistu přes Brooklin, který byl natočený pomocí třech kamer, díky čemuž byl získán 3D efekt. Heiligův prototyp dále obsahoval zařízení, které produkovaly městské zápachy, zvuky, vibrující křeslo, a dokonce i zařízení, které vytvářelo vítr. Za zmínku stojí, že stroj nevytvořil pouze novou virtuální realitu, ale umožnil uživateli interakci s dříve zaznamenanou nahrávkou skutečného světa, a proto o tom mluvíme v kontextu počátků rozšířené reality. (Obrázek 2) (Brockwell, 2016)



Obrázek 2 - Sensorama (Schmalstieg, 2016)

V roce 1968 vědec Ivan Sutherland vytvořil první na světě promítací brýle, tzv. HMD (z angl. Head-Mounted Display) nebo HUD (z angl. Head-Up-Display). Kvůli své hmotnosti musely být zavěšeny ze stropu a byly vhodně přezdívaný "Damoklův meč". (Obrázek 3)

Tento mechanický přístroj fungoval mimo jiné tak, že optika umístila obrázek generovaný externím počítačem na zrcadla přímo před očima uživatele. Uživatel díky tomu mohl vidět hrany trojrozměrné kostky v laboratorním prostoru. Počítače, které existovaly v té době, měly malou výpočetní sílu, což vedlo k tomu, že na samotný obraz z kamery byla použita jen velmi jednoduchá grafika. Toto zařízení je prototypem existujících zařízení využívajících rozšířenou a virtuální realitu.



Obrázek 3 - Zařízení "Damoklův meč"(Schmalstieg, 2016)

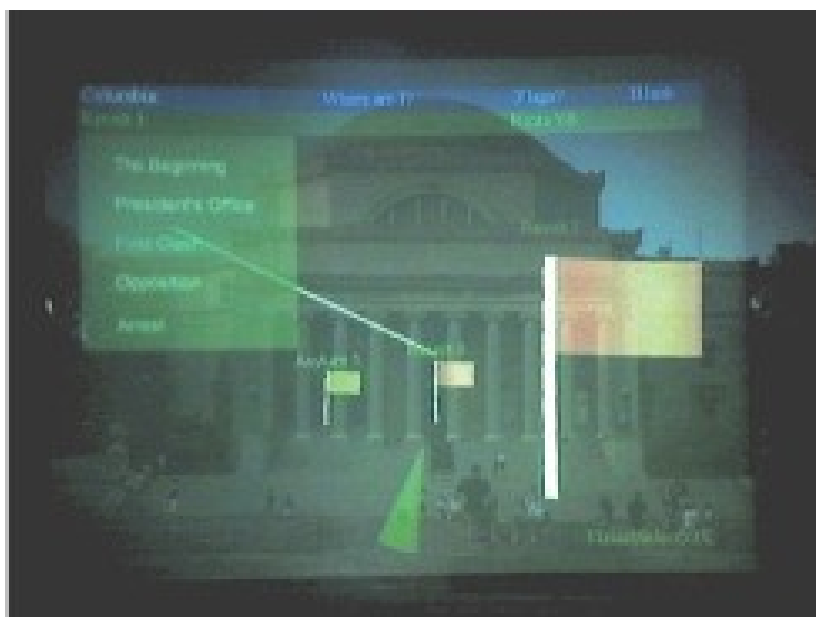
Pokrok ve výpočetním výkonu v 80. a 90. letech 20. století byl nakonec nezbytný pro to, aby se AR stala nezávislou oblastí výzkumu. Během sedmdesátých a osmdesátých let Myron Krueger, Dan Sandin, Scott Fisher a další experimentovali s mnoha pojmy míchání interakcí člověka a počítačem. Kruegerův nejslavnější a ceněný projekt byl nazýván "*Videoplace*". Spočívala v umístění účastníků do dvou různých místností, umístěných v libovolné vzdálenosti od sebe. Obraz získaný z každé místnosti byl navzájem překryt a účastníci mohli mít dojem, že jsou vedle sebe. Dále bylo možné se dotknout druhé osoby a manipulovat s tím, co je vidět na obrázku. Každý účastník byl vybaven přilbou a rukavicemi pro dosažení zamýšlených efektů.

Rok 1992 znamenal zrození výrazu "rozšířená realita". Tento termín se poprvé objevil v systému Caudella a Mizella (1992) ve společnosti Boeing, která se snažila pomáhat pracovníkům v továrně při výrobě letadel, s prostřednictvím HMD, představující virtuální kabely s jejich popisem. Nástroj pro rozšířenou realitu měl v továrně Boeingu snížit náklady na výrobu a zvýšit efektivitu práce. (Obrázek 4) (Schmalstieg, 2016)



Obrázek č.4 - Použití HMD v továrně Boeing (Schmalstieg, 2016)

V 1997 roce představil Steve Feiner za pomoci vědců z Columbijské univerzity v New Yorku prototyp tzv. Turistický stroj (*Touring Machine*), jehož finální verze byla vytvořena teprve v roce 1999. Byl to první mobilní systém AR zvaný MARS (*Mobile Augmented Reality System*). Všechna zařízení se skládala z batohu, ve kterém byl umístěn počítač s 3D akcelerátorem, z brýlí fungujících jako displej, systému GPS a palmtop používaný pro komunikaci s počítačem. Stroj z počátku sloužil jako informační systém ohledně budov a zajímavých míst v oblasti Columbijské University. Systém překrýval reálný svět informacemi a čím blíže byl uživatel danému místu, tím byl obraz jasnější. Při delším pohledu na jeden bod byly také zobrazeny další informace (Obrázek 5). (Schmalstieg, 2016)



Obrázek 5 - Systém Mars (vlevo) a obraz viditelný přes HMD (vpravo) (Schmalstieg, 2016)

## 1.2 Rozdělení AR

AR musí kombinovat virtuální a skutečné podněty. Podle Schmalstiega a Hollera můžeme rozdělit AR na:

### 1. Sluchové zobrazení AR

Sluchová AR může být teoreticky jakákoliv situace, při které je pouštěn zvuk do prostoru. Této AR se můžeme teoreticky zmínit v kontextu s vizuální AR a dalšími zařízeními pro AR, které jsou doplněny zvuky.

### 2. Hmatatelné zobrazení AR

Umožňuje uživateli prozkoumat skutečné prostředí doplněné virtuálními hmatovými podněty.

### 3. Chut'ové a čichové zobrazení

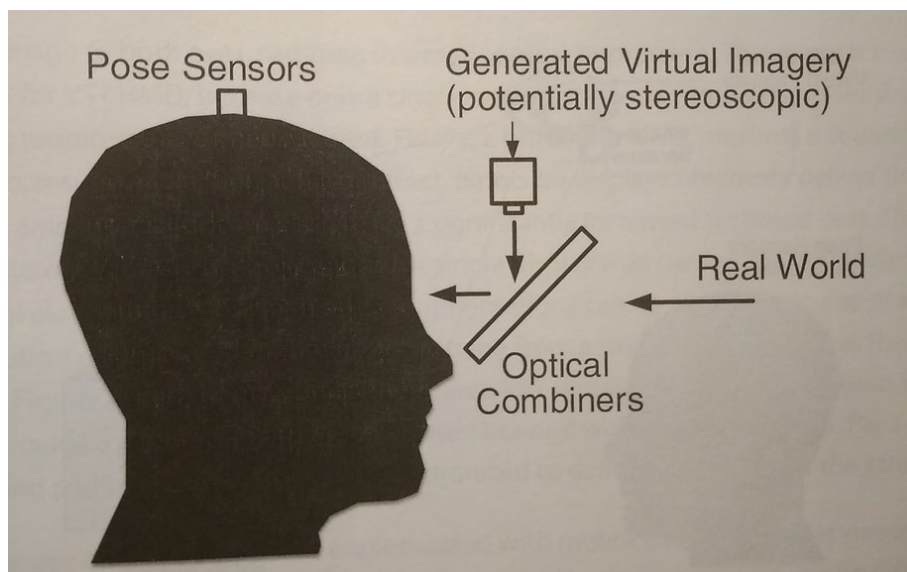
S myšlenkami koordinace vícenásobných sensorických stimulací, včetně zápachu, jsme se již setkali u Heiligova prototypu Sensorama.

### 4. Vizuální zobrazení

Lidské vidění je vysoce sofistikovaný smysl, který je zodpovědný za poskytování zhruba 70 % celkových sensorických informací mozku. Z tohoto důvodu se nejvíce provádí zobrazování AR přes vizuální vnímání uživatele. Abychom získali vizuální zobrazení AR, je třeba skutečné prostředí a virtuální prostředí zkombinovat. Tento obsah se objevuje displejem, pomocí něhož uživatel prohlíží prostředí (*see-through displays*). Podle Schmalstiega a Hollera máme rozdělení vizuálního zobrazení AR na optické, video a projekční zobrazení.

#### a) Optické zobrazení (*optical see-through*)

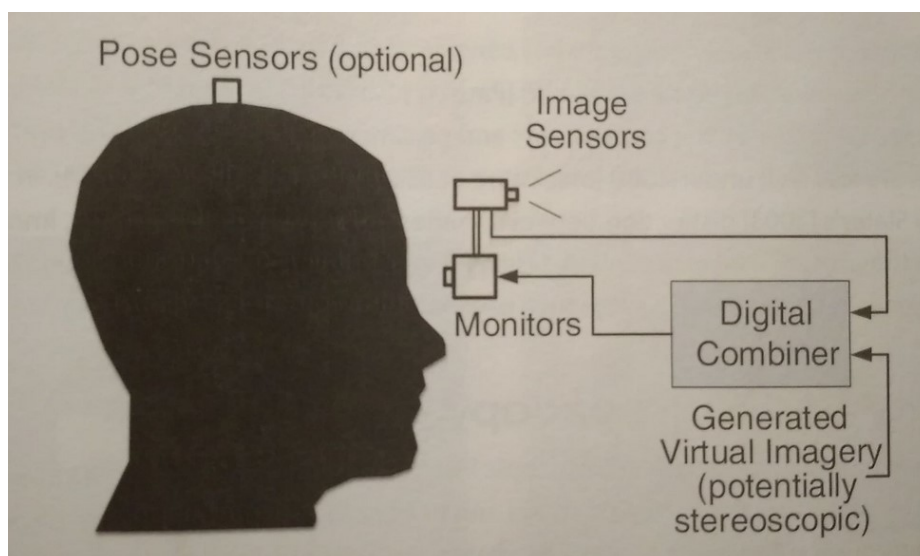
Jedná se o starý typ displeje. Funguje pomocí normálních nebo polopropustných zrcadel, které zobrazují reálné prostředí. Ve stejný okamžik počítačem generovaný virtuální obraz je umístěn nad hlavou nebo na straně zrcadla tak, aby se virtuální obrazy odrazily v zrcadle a překryly na reálném obrazu (Obrázek 6).



Obrázek 6 – Optické zobrazení (Schmalstieg, 2016)

**b) Video zobrazení (video see-through)**

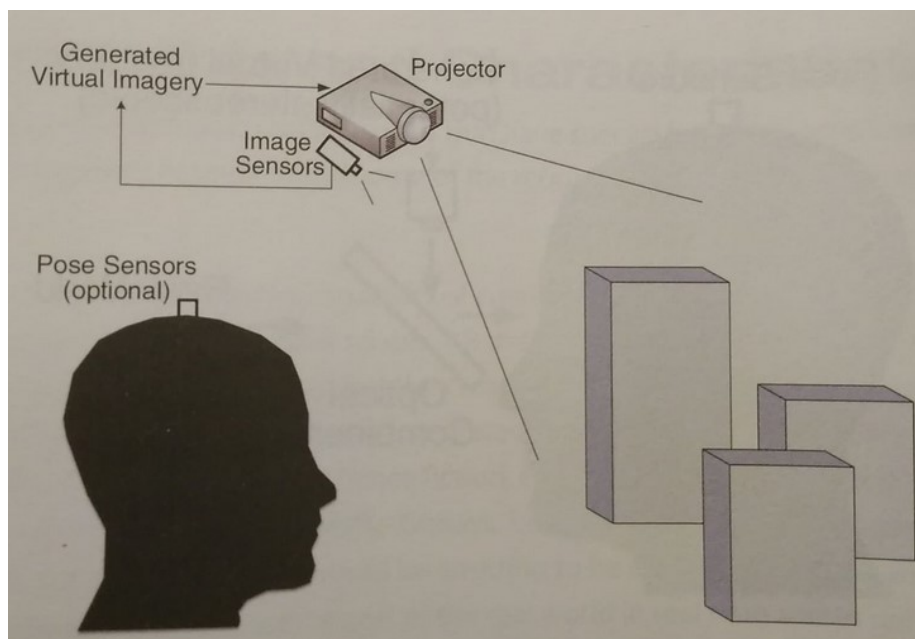
Kamera snímá reálné prostředí, vše je zpracováno výpočetním zařízením a výsledný obraz (součet reálného prostředí a digitálních prvků) promítán na displeji (Obrázek 7).



Obrázek 7 – Video zobrazení (Schmalstieg, 2016)

**c) Projekční zobrazení AR (Projection-based AR)**

Používá syntetické světlo na fyzické povrchy a v některých případech umožňuje interakci. AR založená na projektoru využívá pokročilou projekční technologii, která zjednodušuje složité manuální úkoly, které jsou součástí výrobních, montážních, sekvenčních a tréninkových činností (Obrázek 8). (Projector-Based Augmented Reality: A New Form of Enterprise AR, c2018)



Obrázek č.8 – Projekční zobrazení (Schmalstieg, 2016)

### 1.3 Technologie AR

Základní rozdělení rozšířené reality je podle trackování z angl. *Tracking*, čili orientace v reálném prostoru a podle této orientace se umístí virtuální prvek na určené místo. AR provádí trackování podle dvou typů:

#### a. Marker AR

Tento druh rozšířené reality je závislý na předem definovaném bodě nebo značce v prostoru, díky které aplikace využívající AR technologii dosadí požadovaný virtuální prvek jako například 3D model. Tato značka v prostoru je většinou AR marker (Obrázek 9), čárový kód (Obrázek 10) a QR kód (Obrázek 11). Sofistikovanější je například reálná značka z angl. *Real-life Marker* (Obrázek 12). Tato technologie například dokáže rozpoznat lidské rysy z kterých si vytvoří požadovaný marker a následně vytvoří požadovanou reakci. Díky tomuto vzniklo mnoho populárních aplikací i na chytré telefony s touto technologií (Stejskal, 2016).





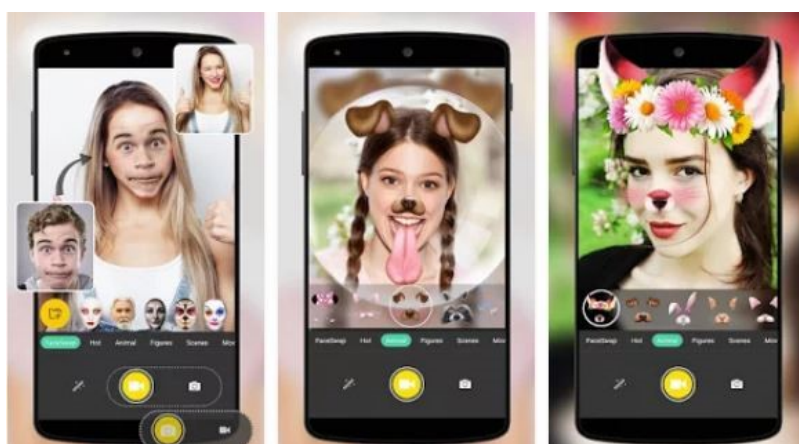
Obrázek 9 - AR marker (Augmented Reality, c2008-2012)



Obrázek 10 - QR kód



Obrázek 11 - Čárový kód



Obrázek 12 - Aplikace Face Swap využívající *real-time* markery (Top 10 best face swap apps (android/iphone), 2018)

## b. Markerless AR

Jak už název napovídá, jedná se o technologii, která již nevyužívá k orientaci v prostoru značky, ale často využívá například GPS souřadnice, gyroskop či kompas. Detekuje prostředí v reálném světě, což umožňuje uživateli umístit libovolně virtuální objekty kamkoliv v prostoru. Jako u předchozí technologie i Markerless AR je dostupná koncovým uživatelům a je možné si nainstalovat aplikaci s touto technologií jako například Wikitude (Obrázek 13) nebo Layar. Aplikace zahrnují události a informace, vyskakovací reklamy a navigační podporu. (Schechter, 2014), (Stejskal, 2016).



Obrázek 13 - Aplikace Wikitude (Top 5 travel apps to enjoy this summer, c2019)

## 1.4 Zařízení používající AR

Přístrojů a zařízení používajících rozšířenou realitu je mnoho, já vyjmenuji jen několik nejpoužívanějších. Základní dělení přístrojů je do tří skupin: počítače, HMD brýle a zařízení které uživatel drží v ruce z angl. tzv. Hand-held display. Obecně, každý systém pro zobrazování AR musí obsahovat:

- **Snímač:** kameru nebo fotoaparát, které snímá dané prostředí.
- **Výpočetní zařízení:** počítač, chytrý telefon atd. Schopný software a procesor, který digitální obsah zpracuje.
- **Zobrazovací zařízení:** monitor nebo displej, které výsledný obraz zobrazí.

## Počítače

Počítače jsou první přístroje, které využívaly rozšířenou realitu. Je nutností, aby počítač měl web kameru. AR můžeme spustit pomocí různých softwarů nebo online.

## Hand-held displays

Z anglického překladu můžeme zjistit, že se jedná o zařízení, které uživatel “drží v ruce”. Především se jedná o mobilní zařízení a tablety. Velkou výhodou těchto zařízení jsou technologie, které mají vše potřebné k využití rozšířené reality. Z tohoto důvodu jsou tyto zařízení momentálně velice využívány pro AR.

## HMD brýle

HMD je zkratkou pro „head-mounted displays“, což z překladu znamená displej připevněný k hlavě pomocí brýlí nebo helmy. Nejvíce používaným nástrojem jsou brýle. V tomto ohledu musíme odlišit brýle pro VR a pro AR, kde rozdíl nemusí být zřejmý. Například brýle od společnosti PlayStation pro PS4 uživateli poskytnou jen virtuální realitu, brýle jsou neprůhledné, bez interakce s okolním světem. Oproti tomu brýle pro AR jsou průhledné a poskytují uživateli kontakt s okolím. (Condenárová, 2015), (Stejskal, 2016)



Obrázek 14 - VR brýle pro PlayStation  
(PlayStation VR pro PS4, c1994-2019)



Obrázek 15 - AR brýle Google Glass  
(Google Glass, 2019)

## Google Glass

Google Glass byly první a pravděpodobně nejznámější brýle poskytující rozšířenou realitu. *Google Glass je nositelný počítač s náhlavním displejem, head-up displejem (HMD, HUD), který je vyvíjen společností Google v Projektu Glass v oblasti výzkumu a vývoje, jehož posláním je produkovat masově všudypřítomné počítače. Google Glass zobrazuje informace podobné hands-free formátu u smartphonů, které mohou komunikovat s internetem prostřednictvím hlasových příkazů v přirozeném jazyce.* (Google Glass, 2018)

Musím podotknout, že tyto brýle byly na trhu, ale po krátké době byly staženy.

## Brýle R-9 od společnosti ODG

Ze současných nástrojů pro VR a AR jsou brýle R-9 od společnosti ODG, která vyvíjí brýle pro rozšířenou realitu již 32 let. Zaujal mě jejich nenápadný vzhled, které připomínají sportovní brýle a parametry jako: 8-jádrový procesor s frekvencí 2,45 GHz, 128 GB úložiště, bluetooth a wifi, navigační systém GPS (Obrázek 16). Pro zajímavost brýle budou brzy na českém trhu s cenou okolo 54 500 Kč. (ODG R-9, 2018)



Obrázek 16 - Brýle R-9 (ODG R-9, 2018)

## 2 Využití rozšířené reality

Téměř exponenciální vývoj nových technologií a sloučení jich s naším všedním životem způsobilo, že i rozšířená realita se stává stále populárnější. Bez pochyb většina lidí v mladším, středním, či dokonce starším věku z vyspělých zemí vnímá chytré zařízení jako nepostradatelný nástroj ve svém životě. Díky chytrým zařízením se objevují aplikace z oblastí, jako je cestovní ruch, medicína, armáda, architektura, marketing, obchod, zábava, nebo průmysl, ve kterých se stále více vyskytují prvky rozšířené reality.

Analytici z IDC museli upravit svoji loňskou prognózu vývoje trhu rozšířené a virtuální reality. Podle nového znění nebude průměrný roční nárůst hodnoty do roku 2022 činit 58 %, nýbrž 72 %. Navíc by měla letos hodnota globálního trhu VR a AR dosáhnout částky 27 miliard dolarů. Z toho lze odvodit, že využití produktů s VR a AR se stávají stále populárnější. (Murray, 2018)

### 2.1 Logistika

Obecně lze uvést, že rozšířená realita je využitelná zejména v logistice (podle studie DHL je zde 11 možných způsobů využití AR). (Glockner, 2014)

Velké využití pro rozšířenou realitu, lze nalézt při procesech naskladňování a vyskladňování (tzv. *Pick-By-Vision*). Nutno však zdůraznit, že žádné kompletní, plno využitelné komerční řešení zatím na trhu není k dispozici. Na řešení pracuje třeba firma Ubimax. Vize takového řešení je následující. Skladníci si nasadí speciální brýle společnosti Vuzix, následně se na displeji objevují požadavky k vyskladňování. Skladník je postupně navigován do jednotlivých uliček, kde nalezne příslušný artikl. Pouhým pohledem na čárový kód je pak danému zboží změněn v informačním systému stav ze „naskladněn“ na „v přepravě“ (Obrázek 17).



Obrázek 17 - Testovací prostředí pro vyskladňování od společnosti SAP (Hořejší, 2014)

Další vize je zrychlení obecné přepravy zboží jedním vozem pro více zákazníků. Podle studie DHL platí, že 50–60 % času řidič neřídí vůz a je mimo distribuční centrum. Proto tzv. *Last-mile delivery* (koncová doprava k zákazníkovi) je jedním z nejdražších aspektů logistiky. S rozšířenou realitou mohou logistické společnosti tyto významné dodací náklady snížit. Vize předpokládá systém, který bude řidiče inteligentně navigovat v rámci procesů umístování zboží do nákladního vozu dle rozměrů a generovaného pořadí adres doručování. Pomocí brýlí bude možno efektivně naskladnit vůz, a rychle nalézt příslušný předmět při doručení. V rámci tohoto procesu bývá často komplikované nalézt příslušný dům či číslo popisné, přičemž v rámci systému AR navigace je možné „ukázat 3D šipkou“ přímo na danou adresu. Během času by AR zařízení mohla zcela nahradit GPS prostřednictvím displeje na čelním skle. Aplikace AR pomohou dodavatelským řidičům identifikovat a provést optimalizované trasy založené na aktualizacích silničního provozu v reálném čase a minimalizovat tak dojezdové ztráty. Tato technologie by dokonce mohla zohledňovat a zobrazovat měnící se informace o stavu nákladu (např. poškození a kolísání teploty) a zajišťovat rychlé a účinné reakce. (Glockner, 2014), (Steinman, 2018), (Hořejší, 2014)





Obrázek 18 - Zobrazení informací pomocí HUD (heads-up) displeje (Palaniyappan, c2007)

## 2.2 Marketing a reklama

Pro firmy je AR určitě velice zajímavá forma reklamy, jelikož vyčnívá mezi klasickými konvenčními formami reklamy a pracuje s novými technologiemi, což je určitě přitažlivé pro uživatele, potenciálního zákazníka. Marketing využívá rozšířenou realitu, která používá obě rozhraní založené na rozpoznávání a sledování markerů a taky například geolokalizačních rozhraní.

Například řetězec Domino, který prodává pizzy v Anglii, díky spolupráci s firmou Blippar, spustil reklamní kampaň zahrnující propojení billboardů s rozšířenou realitou. Spotřebitelé si mohou díky chytrým telefonům stáhnout vlastní mobilní aplikaci díky které se billboardy stanou markery na kterých je zobrazena speciální nabídka a nebo možnost nalézt nejbližší pizzerii, nebo stránky společnosti na Facebooku (Obrázek 19). (Domino's Blipps It To Promote New 555 Deal – Augmented Reality Posters To Promote Latest Pizza Offer)



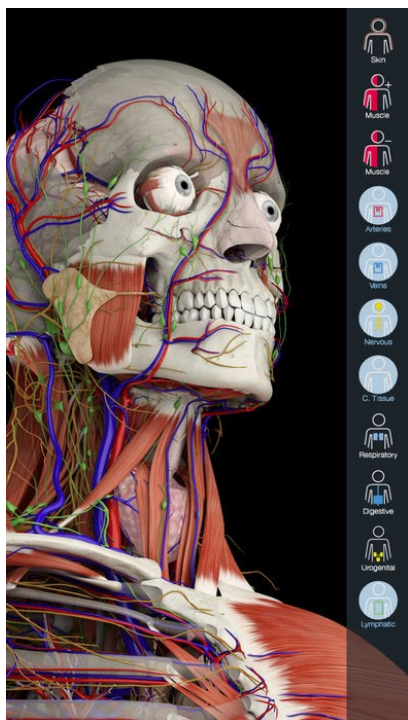
Obrázek 19 - Reklamní kampaň Domino's Pizza – billboard zobrazen pomocí AR. (Domino's Blipps It To Promote New 555 Deal – Augmented Reality Posters To Promote Latest Pizza Offer)

## 2.3 Vzdělávání

Jednou ze základních dovedností, které musí každý učitel zvládnout, je zaujmout žáka. Ne vždy je to jednoduché. Jednou z možných cest, jak vtáhnout žáka do aktivit, které ho hned tak neomrzí, je zapojení technologií, jako například rozšířenou realitu. Velkou výhodou je, že mnoho žáků má k dispozici potřebnou technologii, jako chytrý telefon, tablet, či počítač s webovou kamerou. Na trhu je mnoho aplikací s AR jak pro Android, tak pro iOS. Já vyjmenuji pár aplikací, na které jsem narazil a přišly mi zajímavé.

Nejen pro studenty medicíny je určitě zajímavá aplikace Anatomy 4D, kde si studenti mohou zobrazit lidské tělo, svaly a další části těla ve 3D modelu. Stačí si vytisknout určený obrázek z dané aplikace. Pak aplikace pomocí fotoaparátu vytvoří 3D model lidského těla (Obrázek 20).





Obrázek 20 – Aplikace Anatomy 4D (Anatomy 4D, c2019)

Dále mě zaujala aplikace pro studenty chemie Elements4D pro Android a iOS. Aplikace umožňuje kombinovat a slučovat různé chemické prvky a uživatel následně vidí, jak by reagovaly. Pro spuštění jsou potřeba dřevěné markery ve tvaru kostek, které představují dané chemické prvky (Obrázek 21).



Obrázek 21 - Aplikace Elements4D (Elements 4D Interactive Blocks, ©2019)

Myslím si, že AR může být velkým přínosem pro školství a vzdělání. Pro žáky i samotné učitele může být tento nástroj velice zajímavý. Velice dobře k této technologii sedí heslo J. A. Komenského „Škola hrou“. Momentálně není AR příliš častým nástrojem výuky, ale myslím si, že v budoucnu se to změní. (Augmented Reality in Education, c2018), (Condénárová, 2015)

## 2.4 Průmysl

Jednou z dalších nejslibnějších oblastí AR aplikace je průmyslová výroba, kde může být použita k podpoře některých činností při vývoji a výrobě výrobků, a to poskytováním dostupných informací pro snížení a zjednodušení rozhodnutí uživatele. Ve výrobě jsou tři hlavní realizace AR:

- **HMD (Head-mounted displays)** - Pro výcvik a práci.
- **Hand-held displays** - Pro aplikace AR, které poskytují data v reálném čase.
- **Prostorové zobrazení** - Projekce virtuálních objektů do prostředí, které pomáhají při návrhu produktu.

Kromě toho je v těžkém průmyslu velký potenciál pro inteligentní přilby, který kombinuje ochranu a funkčnost. V roce 2016 vznikla první společnost DAQRI. Je provozován procesorem Intel, má více kamer (s vysokým rozlišením, s nízkým rozlišením a infračerveným) a poskytuje pracovní instrukce, tepelné vidění a vzdálenou podporu (Obrázek 22).



Obrázek 22 - Chytrá helma od DARQRI (Augmented Reality in Manufacturing, c2018)

## Design produktu

Rozšířená realita může být použita při navrhování automobilů nebo letadel, nebo pro jakýkoliv jiný výrobek, který má obtížnou konstrukci. AR pomáhají odhadnout funkčnost návrhu a mohou být použity k jeho optimalizaci. Hlavní výhody AR jsou:

- **Snížení nákladů** - Bez AR konstruktéři museli dělat několik prototypů produktů. Nyní s pomocí AR získávají neomezený výhled a mohou snížit náklady na makety.
- **Podrobné modely** - 3D modely ve spojení s AR poskytují příležitost vidět jasný vzhled budoucího produktu bez překrývání programového rozhraní, neomezeného na obrazovce počítače (Obrázek 23).



Obrázek 23 - Vizualizace motorky vytvořené v programu Creo pomocí AR  
(Augmented Reality in Manufacturing, c2018)

## Výroba

Aplikace s rozšířenou realitou poskytnou pracovníkům vizuální zobrazení částí, na kterých pracují a nezbytné informace o nástrojích pro každou etapu výroby. Mohou zvýraznit dokončené kusy a případně celý 3D návod. A co je ještě důležitější, zařízení jako jsou inteligentní brýle, umožňují mít volné ruce na práci.

Každý nový produkt nebo vylepšení starého výrobku je doprovázeno pokyny k montáži. Aplikace AR mohou být použity jak pro školení nových pracovníků, tak pro pomoc zkušených zaměstnanců s novými pokyny.

Výhody AR ve výrobě:

- Zkrácení doby přípravy nových pracovníků.
- Zvýšení kvality práce, každý zaměstnanec má všechny potřebné informace.
- Zabránění selhání.



Obrázek 24 - Pracovnice využívající HMD při výrobě (Augmented Reality in Manufacturing, c2018)



## Kontrola kvality

AR ve výrobě pomůže také zlepšit kontrolu kvality. Umí diagnostikovat jednotlivé fáze pracovního procesu. Příkladem je společnost Airbus, která od roku 2011 používá SART - Smart Augmented Reality Tool. Od té doby SART používá denně více jak 1000 zaměstnanců. (Augmented Reality in Manufacturing, c2018)



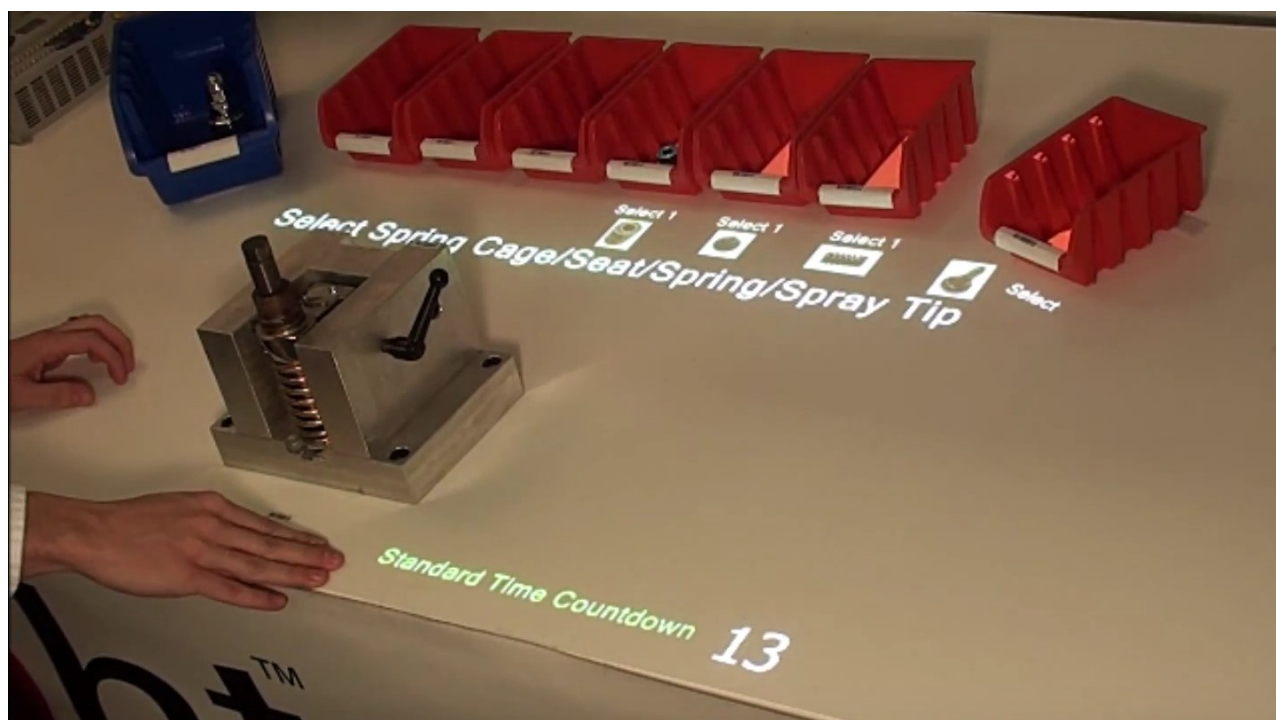
Obrázek 25 - Použití AR při kontrole součástí v letectví (Augmented Reality in Manufacturing, c2018)

## Projekční AR ve výrobě

Velice mě zaujal systém Light Guide Systems od americké společnosti OPS Solutions. Tento systém využívá projekční rozšířenou realitu. Je navržena tak, aby výroba v továrně byla chytřejší, bezpečnější a efektivnější. Rozšířená realita založená na projektoru eliminuje potřebu pracovních instrukcí založených na tisku návodu nebo monitoru tím, že vytvoří digitální pracovní plátno prakticky na jakémkoli pracovním povrchu. Nástroj pro rozšířenou realitu založený na projektoru poskytuje zvukové a vizuální výzvy a směrování, které řídí operátory každým krokem ručního procesu. Spolupracuje s mnoha kamerami a senzory, Jediné, co musí pracovník udělat, je sledovat světla (Obrázek 26 a 27). (Light Guide Systems, c2018)



Obrázek 26 - Projektory umístěné nad pracovníkem (Light Guide Systems, c2018)



Obrázek 27 - Pracovník při montáži využívající projekční rozšířenou realitu  
(Light Guide Systems, c2018)

### 3 Nástroje na tvorbu aplikací z oblasti rozšířené reality

Na trhu jsou desítky aplikací a nástrojů pro vytváření rozšířené reality. Já vyjmenuji jen 3, které se často vyskytovaly při vyhledávání nástrojů pro rozšířenou realitu.

#### EasyAR

EasyAR je nabízen jak v základní volné verzi, tak ve verzi Pro, za licenční poplatek ve výši 499 USD. Je vítězem ocenění „Best Software Award“ v roce 2016. EasyAR dokáže současně rozpoznat a sledovat více 3D objektů v reálném čase. K dispozici ve verzích pro iOS a Android, může být používán jak pro počítače, tak pro mobilní zařízení. (Feature Comparison, c2018)

#### Vuforia

Vuforia je oblíbená platforma pro tvorbu rozšířené reality, nabízí soubor funkcí jako:

- **Sada rozšířené reality.** Vuforia SDK (sada vývojových nástrojů) dokáže rozpoznat 2D a 3D objekty (například válce, krabice a spotřební výrobky).
- **Rozpoznávání textu.** Vuforia má standardní anglickou slovní zásobu s více než 100 000. slovy nebo můžete použít vlastní slovní zásobu.
- **Přehrávání videa.** Vuforia může přehrát videa, když jsou detekovány cílové plochy.
- **VuMarks** jsou vlastní čárové kódy firmy Vuforia, které nejenže zakódují data, ale slouží i jako markery. Tato sada SDK je k dispozici zdarma, ale s omezenými funkcemi. Další funkce jsou k dispozici v rámci několika komerčních licencí. (Best Tools for Building Augmented Reality Mobile Apps, 2018)

#### Zappar

Zappar je jedna z předních společností s produkty s AR. Technologie Zappar byla vytvořena na Univerzitě v Cambridgi v Anglii. V 2013 společnost vymyslela velice úspěšný systém Zapcode. Společnost má úspěšný nástroj ZapWorks Studio na vytváření AR. Je to offline program pro počítač. Lze vytvářet 2D a 3D objekty, vkládat videa, animace. Dále lze vytvářet v online programu ZapWorks Designer jednoduché modely či vrstvy. Má mezi svými zákazníky firmy jako: Lenovo, Coca-Cola, BBC Radio, Warner Brothers.

Zappar zvolila jinou obchodní strategii, než-li jiné společnosti zabývající se AR. Místo koupě celého produktu, stačí si koupit tzv. Zapcode, čili symbol díky kterému lze zobrazit AR. Je to určitě nejlepší volba jak pro jednotlivce, tak i pro malé, či střední firmy, kteří si nemusí kupovat celý software, který je o mnoho dražší. (How it all began, c2018)

### Porovnání nástrojů pro rozšířenou realitu

	EasyAR	Vuforia	Zapworks
Cena	*Zdarma/Placená verze	**Zdarma/Placená verze	***Zdarma/Placená Verze
Spárování s chytrými brýlemi	Ano	Ano	Ne
Identifikace 3D	Ano	Ano	Ano
Identifikace 2D	Ano	Ano	Ano
Pro android	Ano	Ano	Ano
Pro iOS	Ano	Ano	Ano
UWP	Ano	Ano	Ano
Hodnocení návodů a tipů pro vlastní práci	Průměrné	Průměrné	Nadprůměrné
Oficiální video návod	Ne	Ano	Ano
Prostředí programu pro tvorbu AR	Nepřehledné/Složitě	Složitě	Přehledné/Logické



## Shrnutí

Primární faktor byla cena.

- \* **Vuforia** - byla zdarma 30 dní. Následně již nebylo možné pracovat s již vytvořeným obsahem, pouze při koupi celého programu za 499\$. To bylo pro mou práci nevyhovující.
- \*\* **EasyAR** – ve verzi zdarma nebylo možné použít *3D Object Tracking*, což jsem potřeboval pro mou práci. Placená verze byla za 499\$.
- \*\*\* **Zapworks** - nabízí 5 markerů zdarma a za malý poplatek další markery. Tato varianta byla pro mě nejvíce vyhovující a realizovatelná.

Další důvod byl ten, že jako nezkušený uživatel v této pro mě nové oblasti, je pro mě důležité mít dostatek návodů a tipů pro začátečníky. Na stránkách společnosti jsem našel mnoho návodů a videí, jak začít s vlastní tvorbou. Prostředí programu bylo pro mě nejvíce uživatelsky přívětivé.

Z těchto důvodů po srovnání dostupných nástrojů pro vlastní tvorbu aplikace z oblasti rozšířené reality jsem se rozhodl pro nástroj **Zapworks od firmy Zappar**, v kterém se pokusím realizovat svou vlastní tvorbu rozšířené reality.

## 4 Vlastní tvorba aplikace

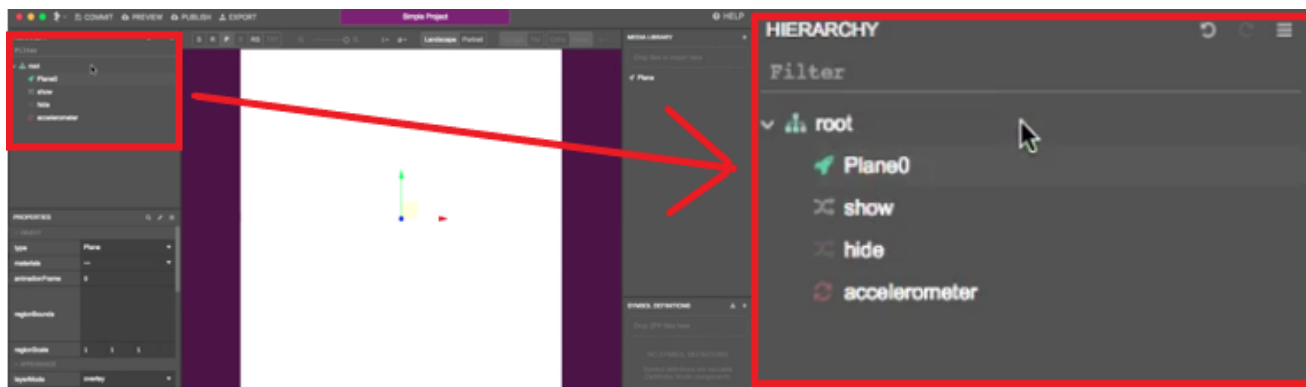
Pro realizaci mé práce jsem se rozhodl, že zpracuji přednášky od p. Ing. Šárky Hurníkové, Ph.D. k předmětu Základy strojnictví, které vylepším pomocí rozšířené reality. Studenti tohoto předmětu si budou moci zobrazit 3D modely na svých mobilních zařízeních, což může pomoci k lepší vizualizaci a pochopení probírané látky.

### 4.1 Seznámení s programem

Zapwork můžeme rozdělit na:

- **ZapWorks Designer** - jednoduchý on-line nástroj pro zobrazení obrázku, videí pomocí AR.
- **ZapWorks Studio** - Nástroj navržený od základu pro vytváření interaktivních 3D zkušeností pro AR. V mé práci se zaměřím na práci v ZapWorks Studio.

ZapWorks Studio se skládá z tzv. stromu uzlů (*tree of nodes*) nazývaných hierarchie. Existuje mnoho různých typů uzlů, včetně 3D objektů, skupin, skriptů, zvuků a videí. Knihovna médií (*media library*) obsahuje soubory, které lze v projektu použít. Pak jsou přidány do programu přetažením do skupiny v hierarchii. Nejvyšší uzel je kořen (*root*). Nové projekty obsahují základní typ objektu rovina (*plane*). Rovina je 3D objekt, který je čtvercový, plochý a je obecně používán pro zobrazování obrázků pomocí AR nebo pro definování oblastí, na které mohou uživatelé provádět jiné interakce a tvořit k nim příslušné vazby (tlačítka, pop up okna, atd.), (Obrázek 28).

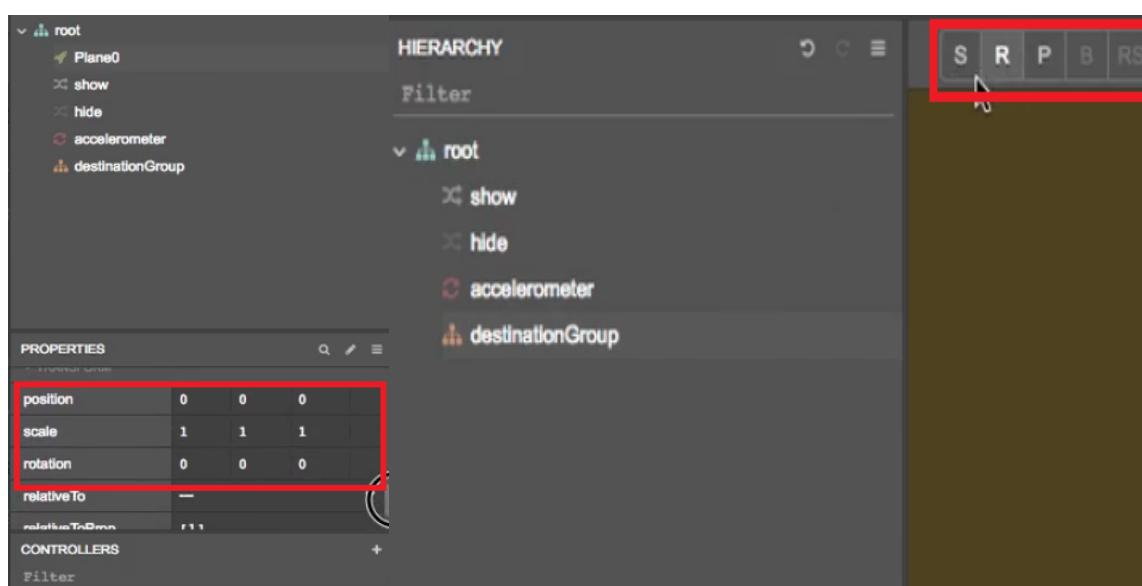


Obrázek 28 - Vytvoření roviny

Chceme-li, aby rovina zobrazila obrázek, nejprve přetáhneme obrazový soubor z počítače do knihovny. Podporovány jsou soubory PNG i JPEG, ale z technických důvodů nesmí být obrázky větší než 2048 pixelů v šířce nebo výšce. V záložce vlastnosti (*properties*), změníme typ materiálu na importovaný obrázek.

## Nastavení polohy, měřítka a rotace objektu

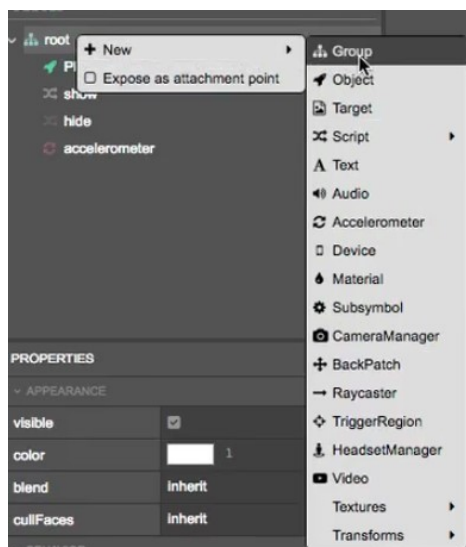
Objekty v ZapWorks Studio existují ve 3D prostoru a mají tedy hodnoty pro X, Y, Z pro polohu a měřítko, dále tři osy pro rotaci. Ty lze nastavit v oblasti vlastnosti nebo pomocí nástrojů, které se zobrazují nad objektem ve 3D pohledu pomocí tlačítek "S", "R" a "P".



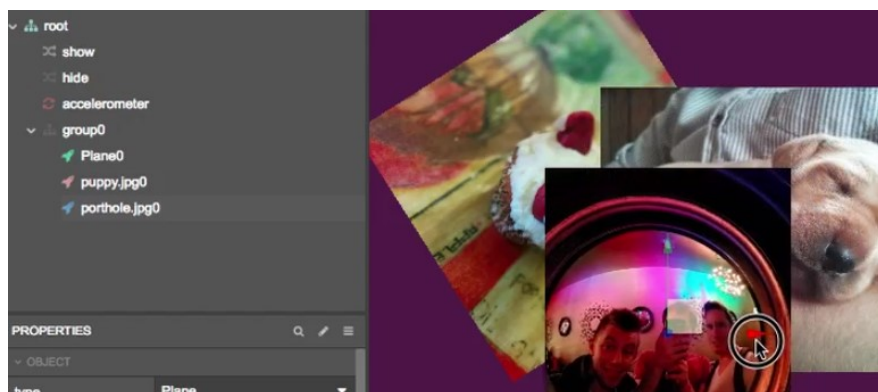
Obrázek 29 – Nastavení měřítka a polohy

## Seskupování uzlů

Skupinu je možné vytvořit kliknutím pravým tlačítkem myši na „kořen“ nebo na další uzly skupiny a výběrem možnosti *New > Group* (Obrázek 30). Poloha, měřítko a rotace objektu je relativní k poloze jeho nadřazených skupin až po uzel "kořen". Tímto způsobem přesunuje skupina také všechny uzly v ní. Pokud vytvoříme další vrstvu nebo rovinu, ta překryje předcházející (Obrázek 31). Pokud potřebujeme změnit pořadí, přehodíme roviny v hierarchii stromu.



Obrázek 30 – Vytvoření skupiny



Obrázek 31 – Vrstvení

## 4.2 Vlastní tvorba rozšířené reality

Nejprve, bylo nutné získat 3D model do požadovaného formátu:

- **glTF**- (GL Transmission Format) typ souboru pro 3D scény a modely, který využívá JSON standardu.
- **OBJ** - známý jako 3D Wavefront objekt File je jednoduchý datový formát, který představuje 3D geometrii samotnou - totiž polohu každého vrcholu.
- **POD** - (Plain Old Documentation) slouží k dokumentaci programovacího jazyka Perl.
- **FBX** - (Filmbox) je formát souborů vyvinutý společností Kaydara a vlastněný společností Autodesk od roku 2006.

Bez ohledu na formát musí modely vytvořené pro ZapWorks dodržovat níže uvedená omezení:

### • Geometrie

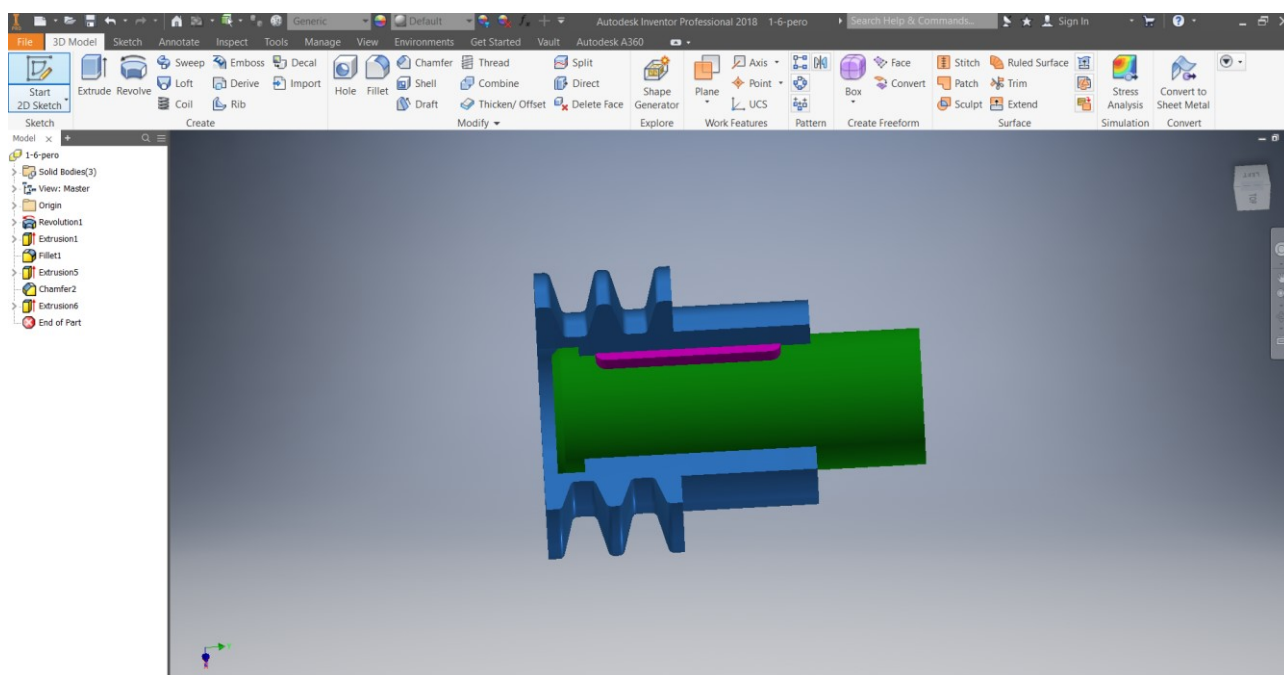
Povrchy NURBS (matematické modely běžně používané v počítačové grafice) nejsou podporovány. Veškerá geometrie musí být konstruována s polygonálními povrchy.

### • Textury a UV mapy

UV mapování je 3D modelovací proces promítání 2D obrazu na povrch 3D modelu pro mapování textury. Písmena "U" a "V" označují osy 2D textury, protože "X", "Y" a "Z" jsou již používány k označení os 3D objektu v modelovém prostoru.

- Podporován je pouze jeden materiál na jeden povrch modelu.
- Mapy textury modelu by měly používat jediný UV kanál.
- Mapy textury s rozlišením přesahujícím 2048 pixelů nejsou podporovány.

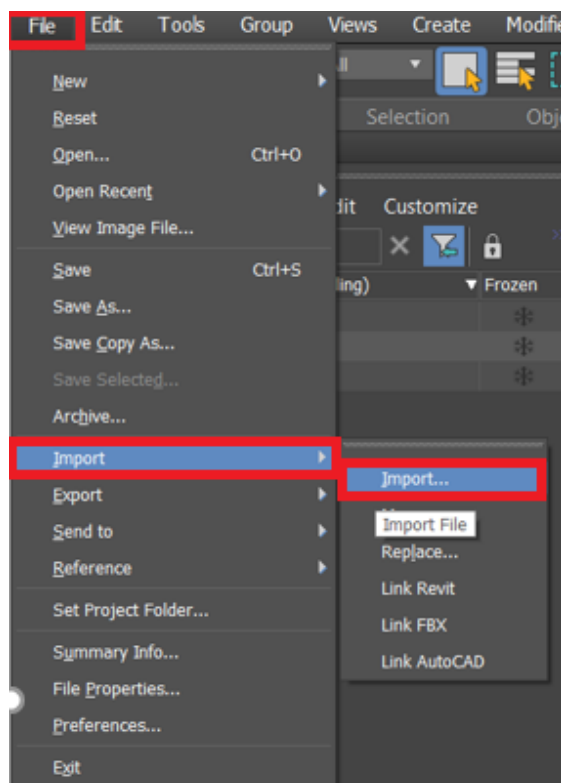
Dále bylo nutné vytvořit 3D modely. PTC Creo a Autodesk Inventor jsou modelovací programy, ke kterým máme celoškolské licence a taky jsme měli v těchto programech výuku. Z tohoto důvodu jsem chtěl 3D modely realizovat pomocí těchto programů. Dalším úkolem byl import 3D modelu do prostředí ZapWorks Studio. Bohužel ZapWorks Studio nepodporuje PTC Creo, ani se mi nepodařilo pomocí jiných programu změnit formát na požadovaný formát. 3D model v Inventoru taky nebylo možno uložit v požadovaném formátu. Proto bylo nutné vytvořené modely v Inventoru (Obrázek 32) importovat do programu 3ds Max a exportovat do formátu FBX. Následně jsem již mohl pracovat v programu ZapWorks Studio.



Obrázek 32 - model v programu Autodesk Inventor

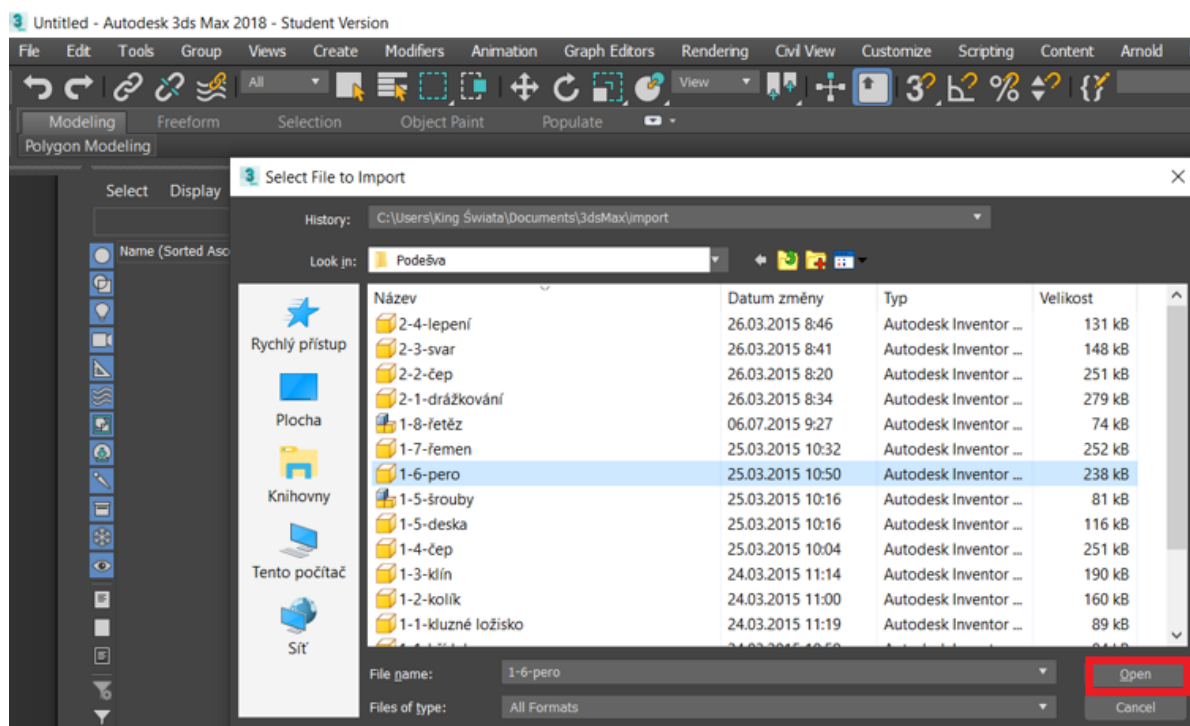
## Konvertování na typ souboru FBX

Importujeme model do programu Autodesk 3ds Max. *File > Import > Import*.



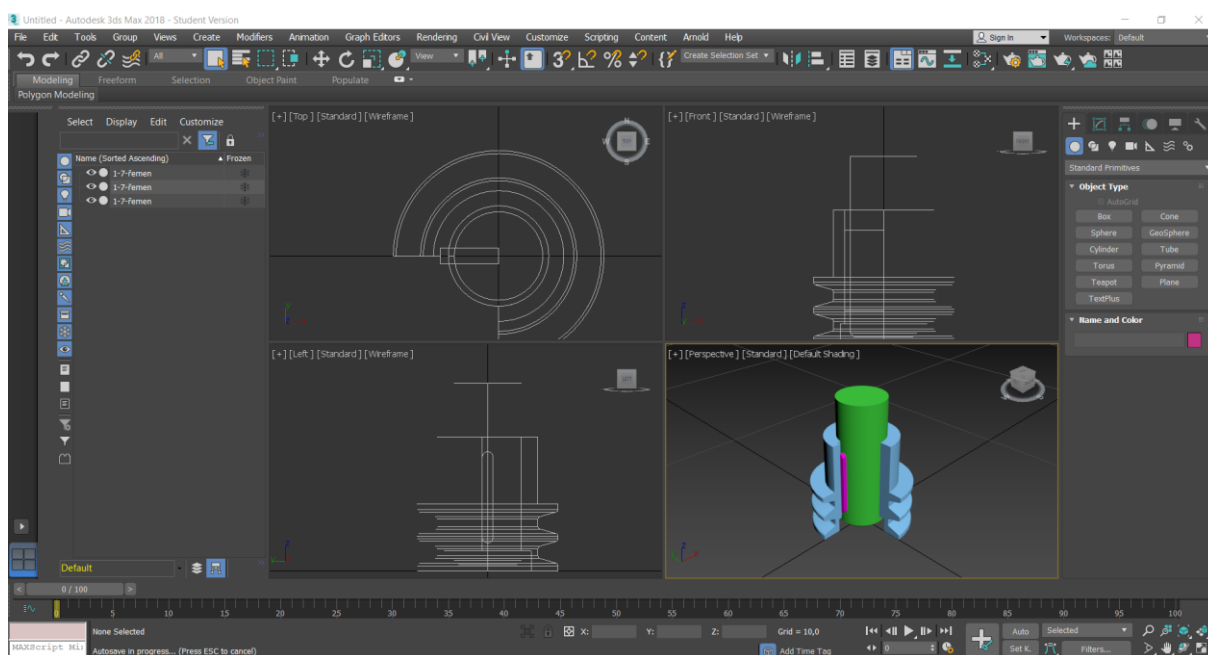
Obrázek 33

Vybereme požadovaný 3D model vytvořený v Inventoru a otevřeme (Obrázek 34).



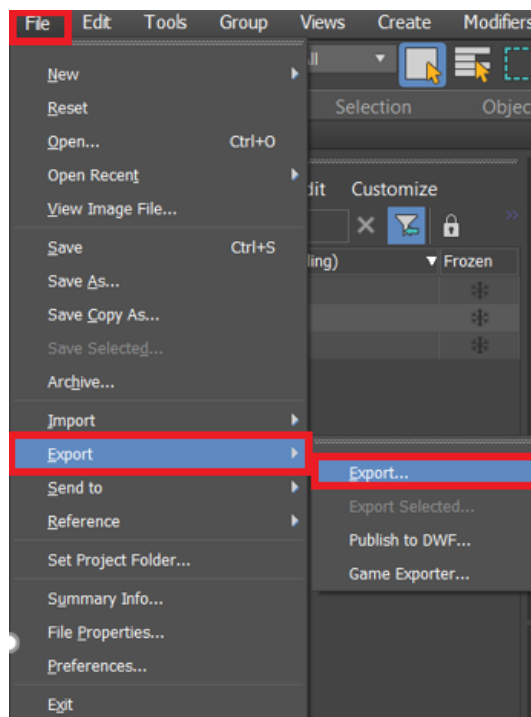
Obrázek 34

Následně se zobrazil 3D model v prostředí programu Autodesk 3ds Max (Obrázek 35).



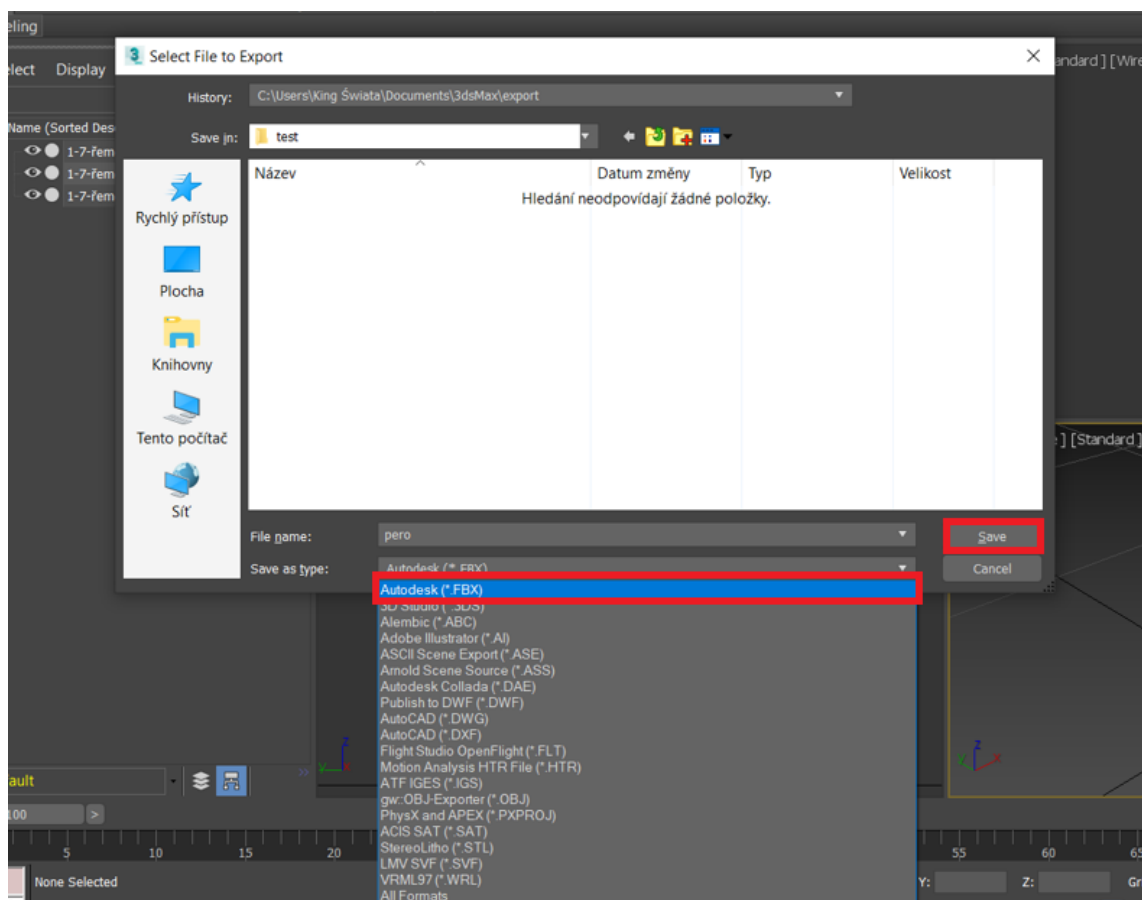
Obrázek 35

Následně exportujeme model. *File > Export > Export* (Obrázek 36).



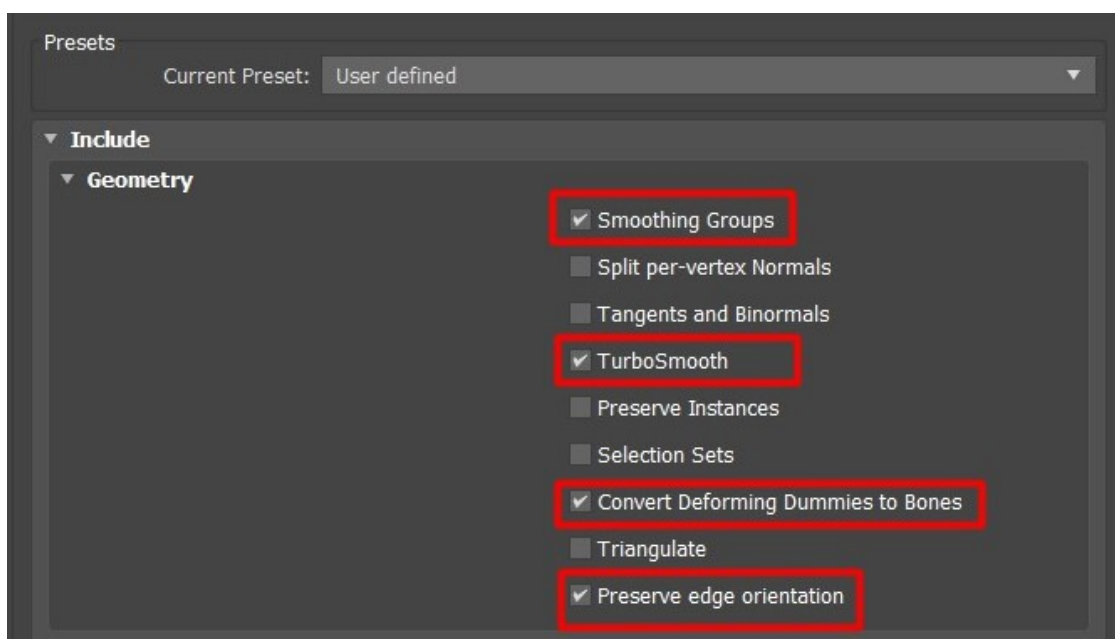
Obrázek 36

V nabídce „Uložit jako“ vybereme možnost FBX a potom klepnutím na tlačítko „Uložit“, se spustí okno nastavení exportu FBX (Obrázek 37).



Obrázek 37

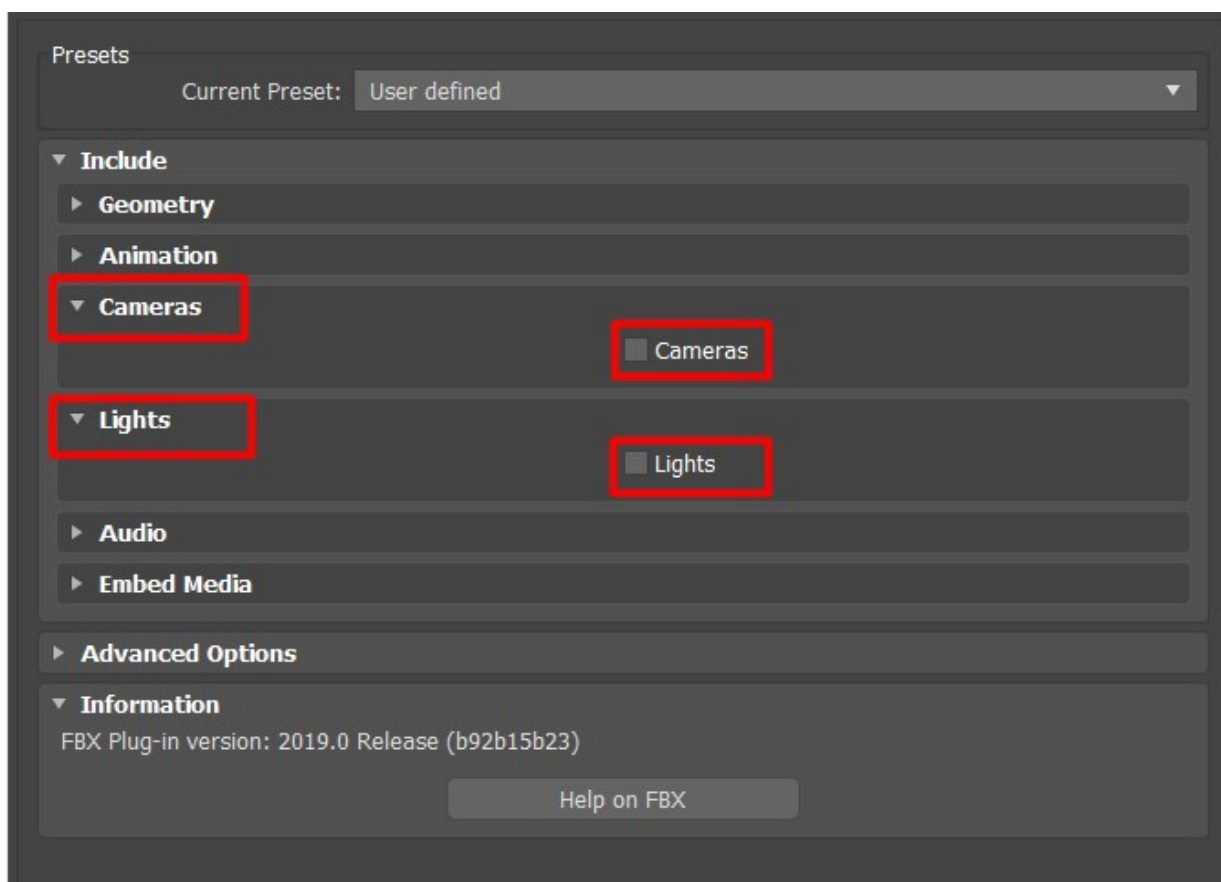
Na kartě Geometrie povolíme následující možnosti, zobrazeny na obrázku 38.



Obrázek 38

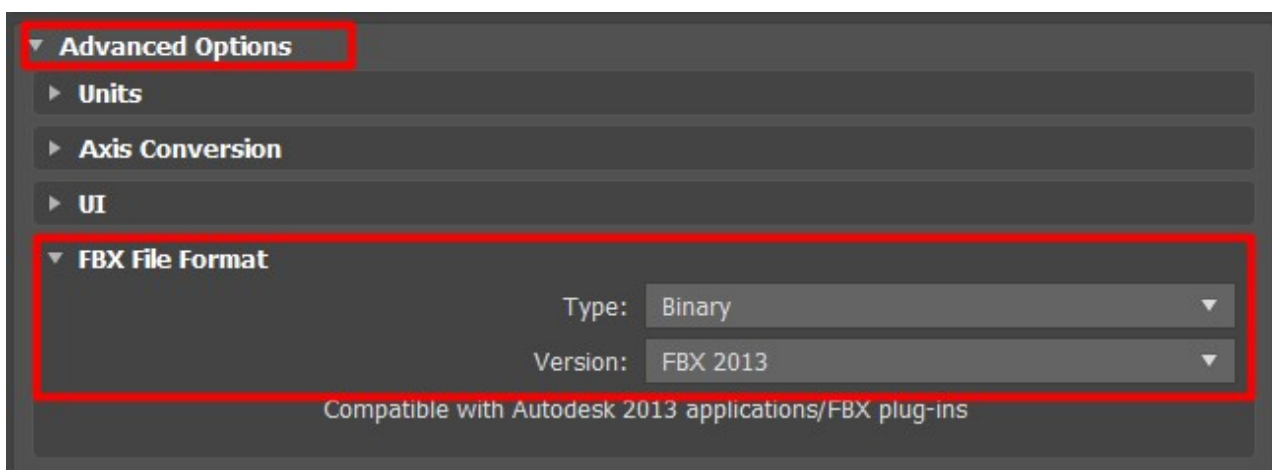


V možnostech, v záložce *Cameras* a *Lights* vypneme prvky, které se na modelu nenacházejí.



Obrázek 39

Nakonec v záložce *Advanced Options* nastavíme formát souboru FBX na typ Binární a verzi na FBX 2013.



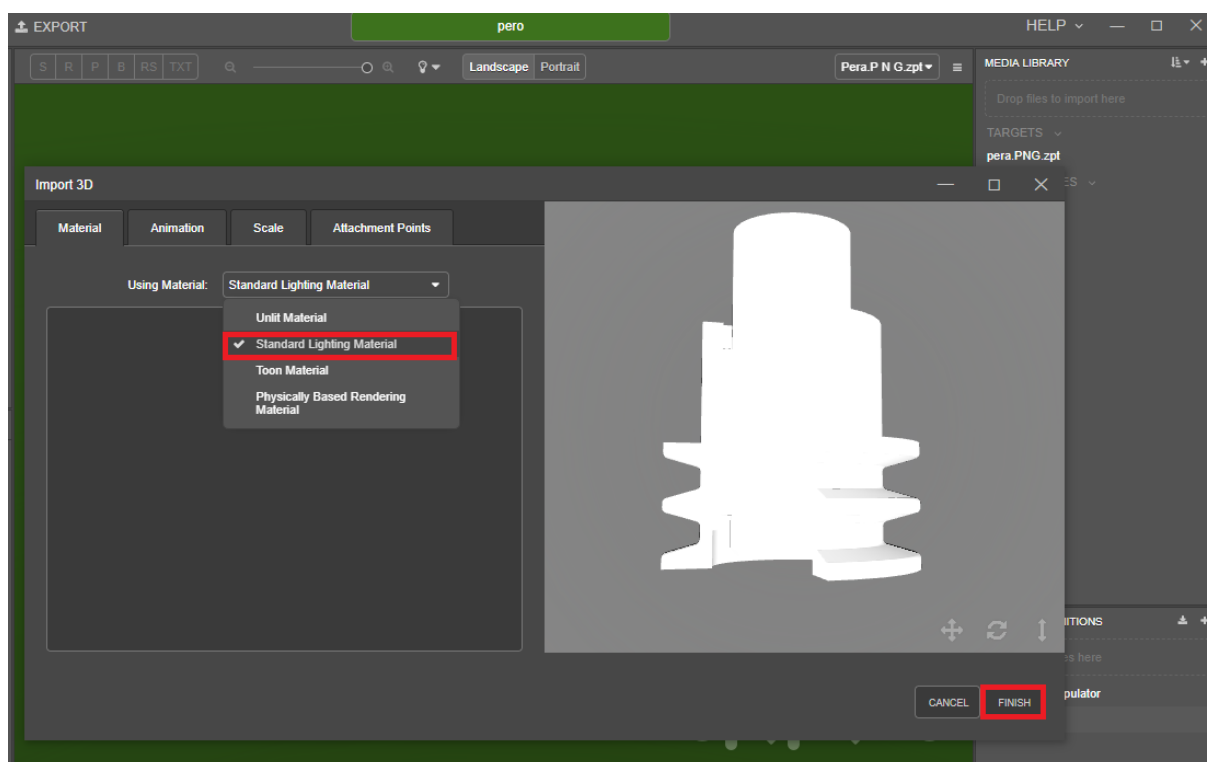
Obrázek 40

Export do formátu FBX jsem provedl podle návodu na stránkách <https://docs.zap.works/>

## Práce v ZapWorks Studio

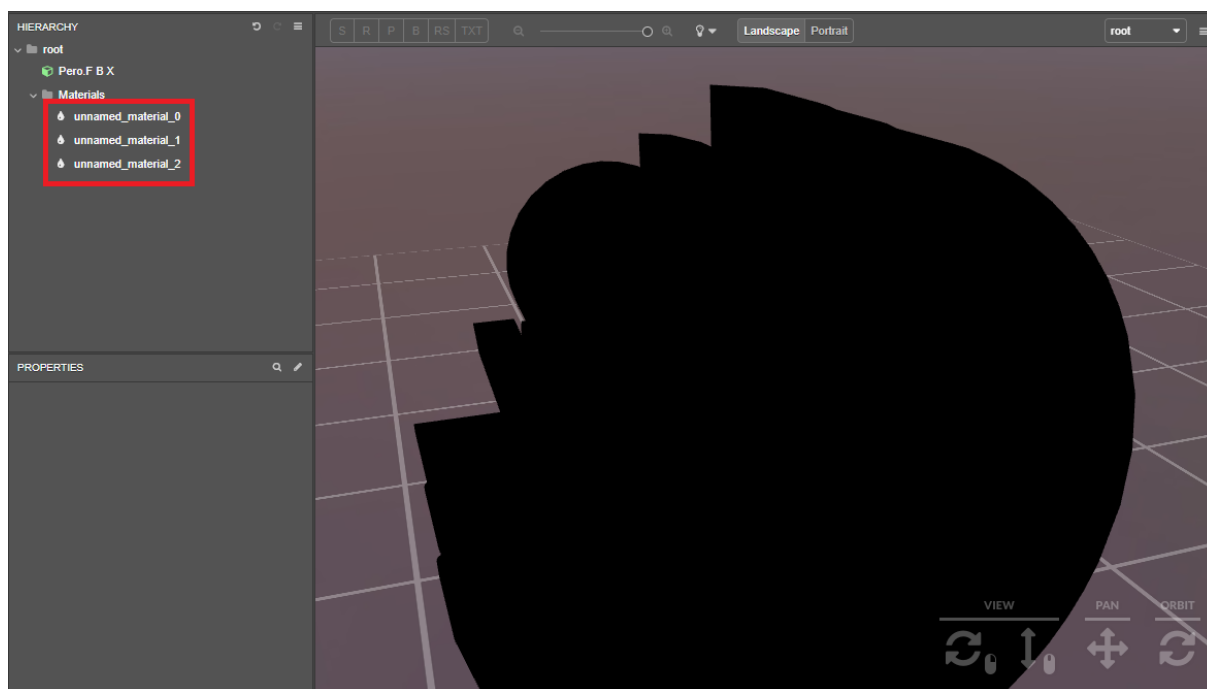
Po získání podporovaného formátu, jsme mohli 3D model importovat do programu ZapWorks Studio a pokračovat v práci. Po importu nam vyskočí okno možností. V první záložce *Material* si zvolíme požadovaný typ materiálu modelu (Obrázek 41). Studio nám nabízí 4 možnosti:

- **Unlit Material** – můžeme doslovně přeložit jako nesvitící materiál. Tento typ materiálu nereaguje na osvětlení. Jestli chceme s tímto typem pracovat, musíme již zakomponovat světelné efekty do textur, jinak se nám model bude zobrazovat černý.
- **Standard Lighting Material** – (Standardní světelný materiál) používá standardní Blinn-Phongův model (standardní stínovací model používaný v OpenGL a Direct3D) který reaguje na osvětlení ve scéně, což má za následek modely s větším realismem.
- **Toon Material** - nebo *cel-shad material*, používá nefotorealistického vykreslování navrženého tak, aby 3D grafika vypadala jako plochá, a to s použitím méně stínujících barev a drsnějších přechodů. Tento typ se často používá například u komiksů.
- **Physically Based Rendering Material** – vykreslování na základně fyzikálních principů. Model je více realistický.



Obrázek 41 - Import do programu ZapWorks Studio a volba materiálu

Po importu bylo nutné nastavit grafickou stránku modelu, jinak by se uživateli zobrazoval černý model bez jakýchkoliv barev a stínování. Následně si zvolíme barvy 3D modelu (Obrázek 42).

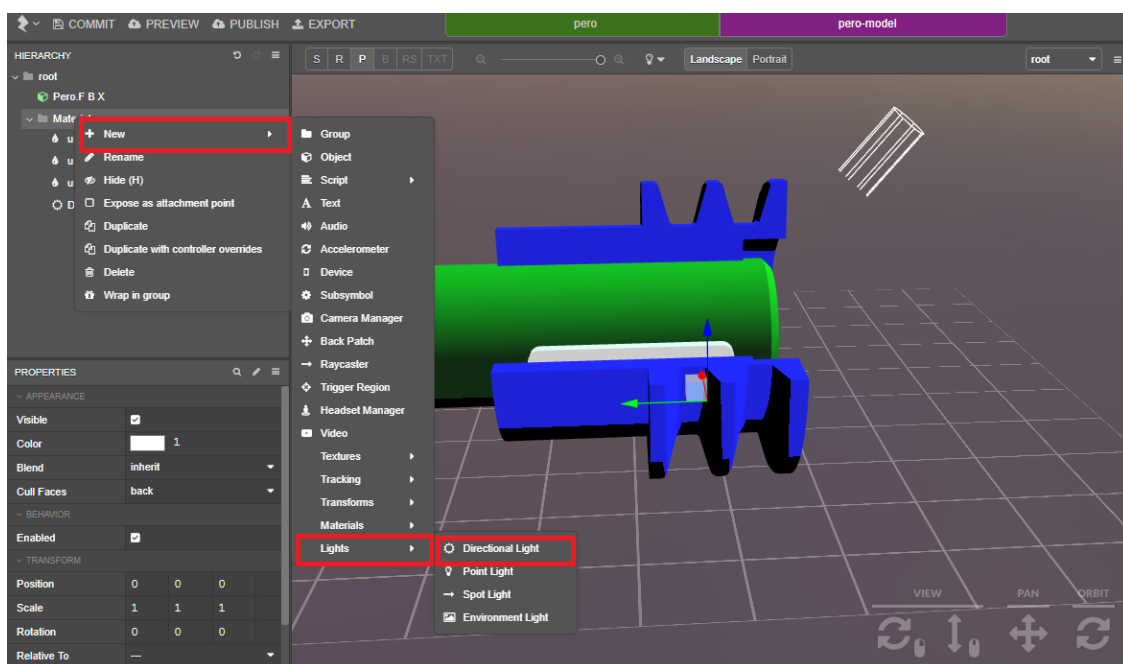


Obrázek 42 – Model bez stínování a barev

Aby se nám barvy zobrazily, bylo nutné nadefinovat osvětlení. V hierarchii rozklikneme záložku *Model > New > Lights* a zvolíme *Directional Light*. Následně si osvětlení nadefinujeme v prostoru. Potom se nám zobrazí barvy a stíny na modelu (Obrázek 45). Ve studiu si můžeme vybrat ze 4 typů osvětlení:

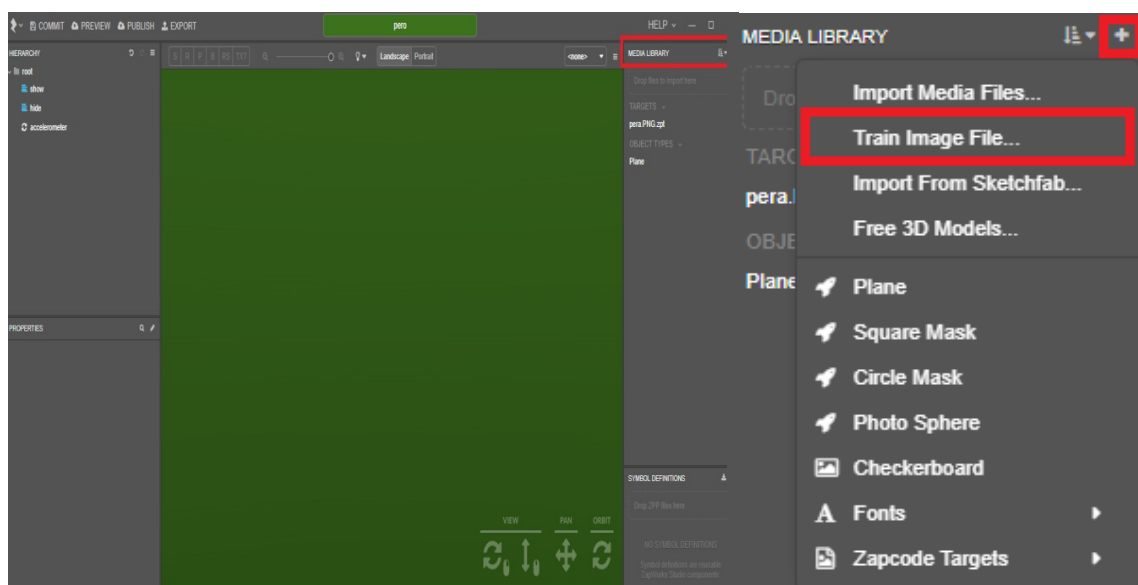
- **Directional Light** – simuluje silný vzdálený světelný zdroj vyzařující paprsky v jednom směru.
- **Point Light** – simuluje světelný zdroj, který vyzařuje stejně ve všech směrech od svého počátečního bodu. Intenzita vyzařovaného světla se zmenšuje o vzdálenost od počátečního bodu.
- **Spot Light** – simuluje přímý světelný zdroj vyzařující v určitém úhlu a rozsahu.
- **Environment Light** – používá osvětlení objektů ve scéně. Pouze při rotaci tohoto světla dochází k ovlivnění osvětlení.

Directional, Point, Spot Lights – u těchto typu osvětlení můžeme definovat následující parametry: jas, barvu a prioritu osvětlení.

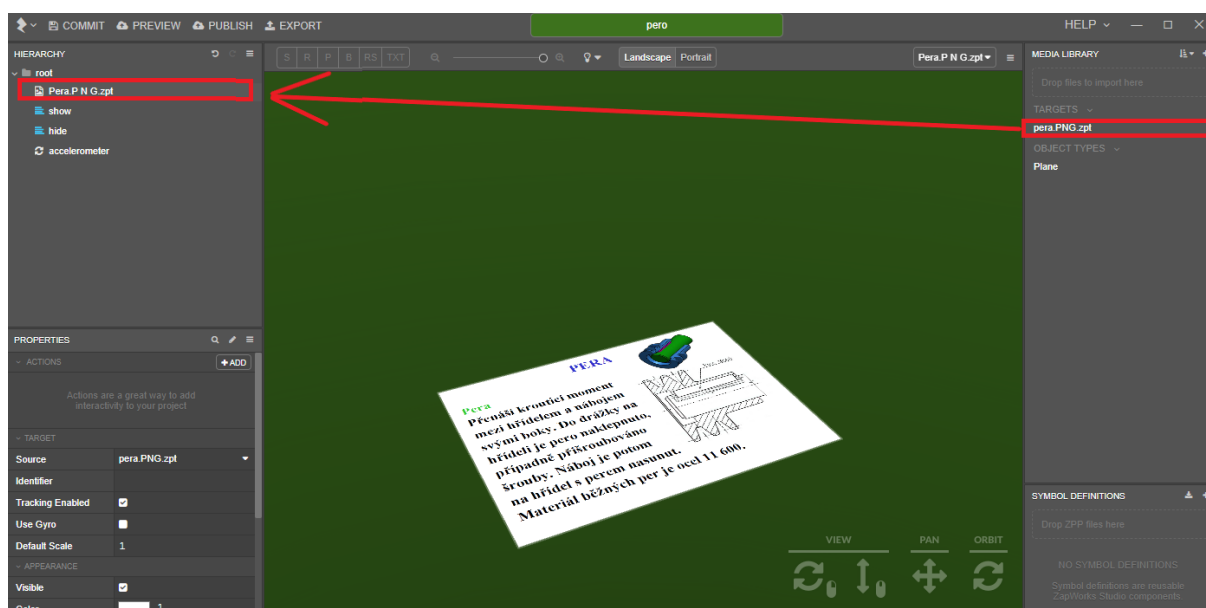


Obrázek 43 - Nastavení osvětlení a barev

Po importu 3D modelu a grafické úpravě, můžeme pokračovat v práci. Nejprve musíme nadefinovat rovinu (*plane*) nebo v mém případě vytvořit tzv. *Tracking Image*, kde se obsah jeví jako „připojený“ k obrazu, při pohybu v pohledu kamery. Než může být obraz sledován aplikací, musí být obraz analyzován z více úhlů a vytvořen cílový soubor. Tento cílový soubor obsahuje vše, co aplikace potřebuje ke sledování obrazu. Obrazy, které jsou sledovány aplikací, jsou známy jako cíle (*targets*). Pomocí tlačítka „+“ v knihovně médií můžeme vybrat *Train Image File*, který máme uložený jako JPG nebo PNG (Obrázek 44). V mém případě je to list jedné z přednášek. Přetáhneme-li cíl vlevo do hierarchie, zobrazí se ve 3D pohledu na pracovní ploše (Obrázek 45).

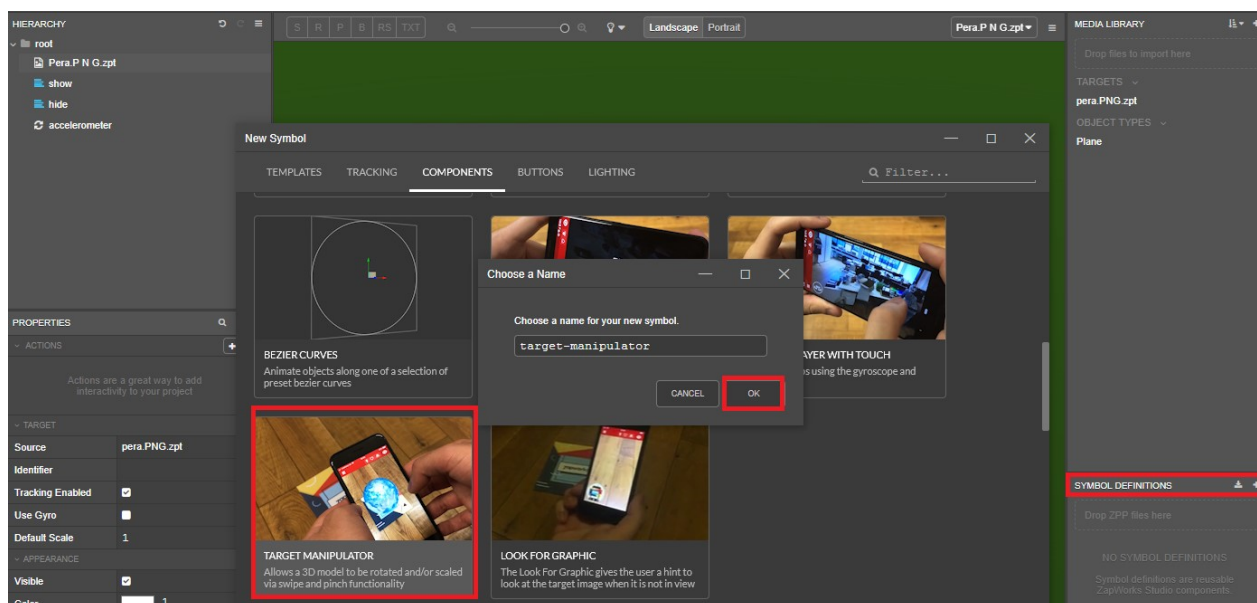


Obrázek 44 - *Train Image*



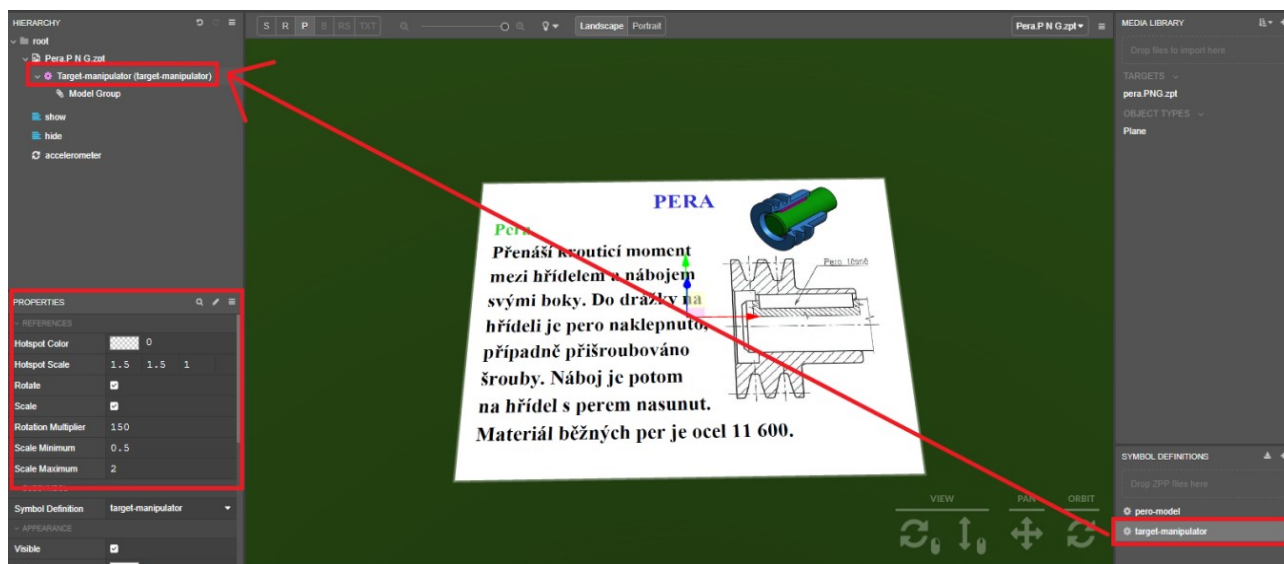
Obrázek 45 - Vložení do prostoru

Pro tento model, jsem pomocí návodu použil již vytvořený subsymbol *Target Manipulator*. Subsymbol *Target Manipulator* umožňuje otáčení a/nebo zmenšování 3D modelu. Subsymbol má již definované vazby ve skriptu, ale v případě, že je potřeba jej upravit, postupujeme podle návodu a přepíšeme skript ručně. V pravém dolním rohu v *Symbol definitions* klikneme na „+“ a zvolíme subsymbol *Target Manipulator* a potvrdíme tlačítkem „ok“.

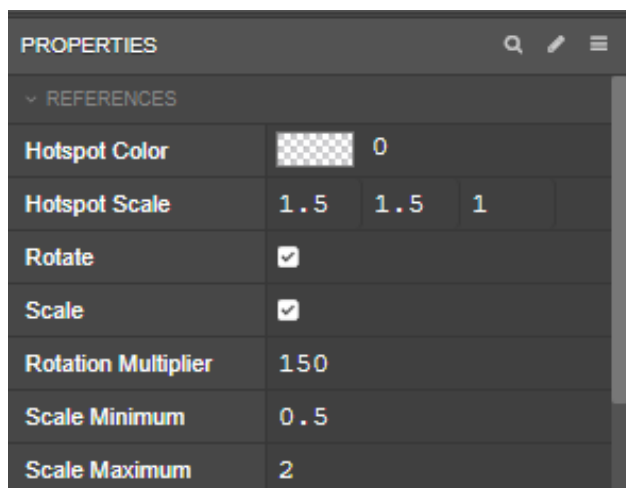


Obrázek 46 - Vytvoření subsymbolu

Subsymbol přetáhneme do hierarchie, kde se automaticky vytvoří skupina *Model Group*, aby bylo možné sloučit 3D model se subsymbolem (Obrázek 47). Klikneme na subsymbol a v záložce *Properties* zaznačíme políčko *Rotate a Scale*, dále zvolíme si vyhovující poloměr rotace modelu, maximální a minimální měřítko, které si uživatel může sám měnit (Obrázek 48).

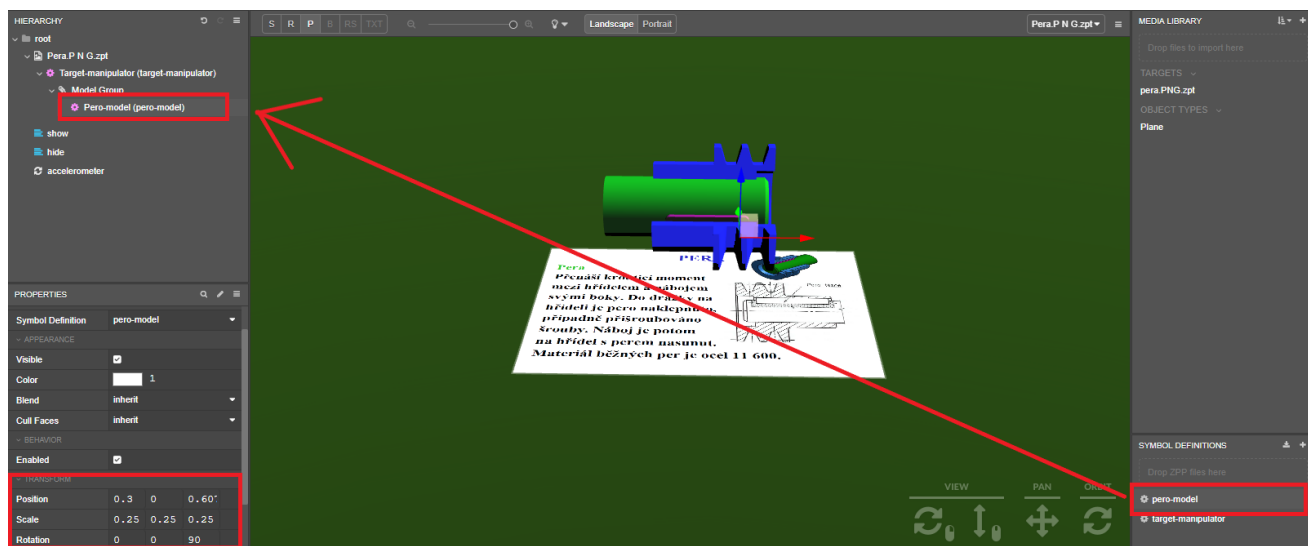


Obrázek 47 - Vložení do hierarchie

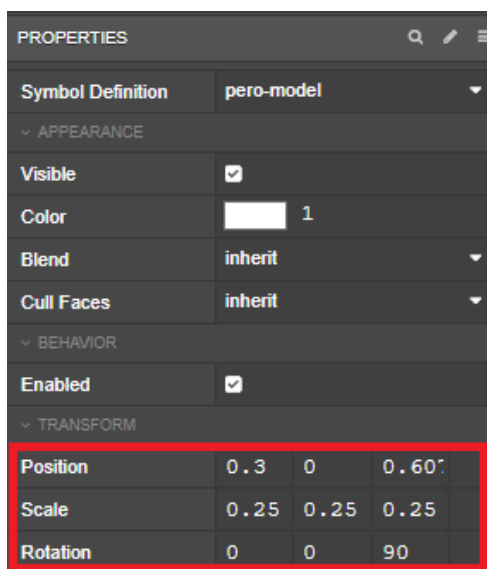


Obrázek 48– Nastavení subsymbolu *Target Manipulator*

V následujícím kroku jsem vložil 3D model do hierarchie, do skupiny *Model Group* (Obrázek 49). Následně bylo nutné nadefinovat pozici v prostoru a vhodné měřítko pro model, aby bylo možné 3D model reálně zobrazit na zobrazovacím zařízení (Obrázek 50).

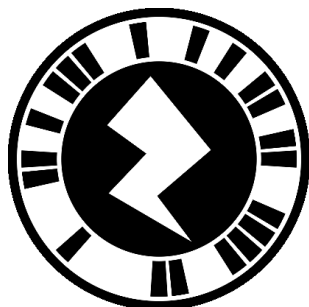


Obrázek 49 - Umístění modelu v prostoru.



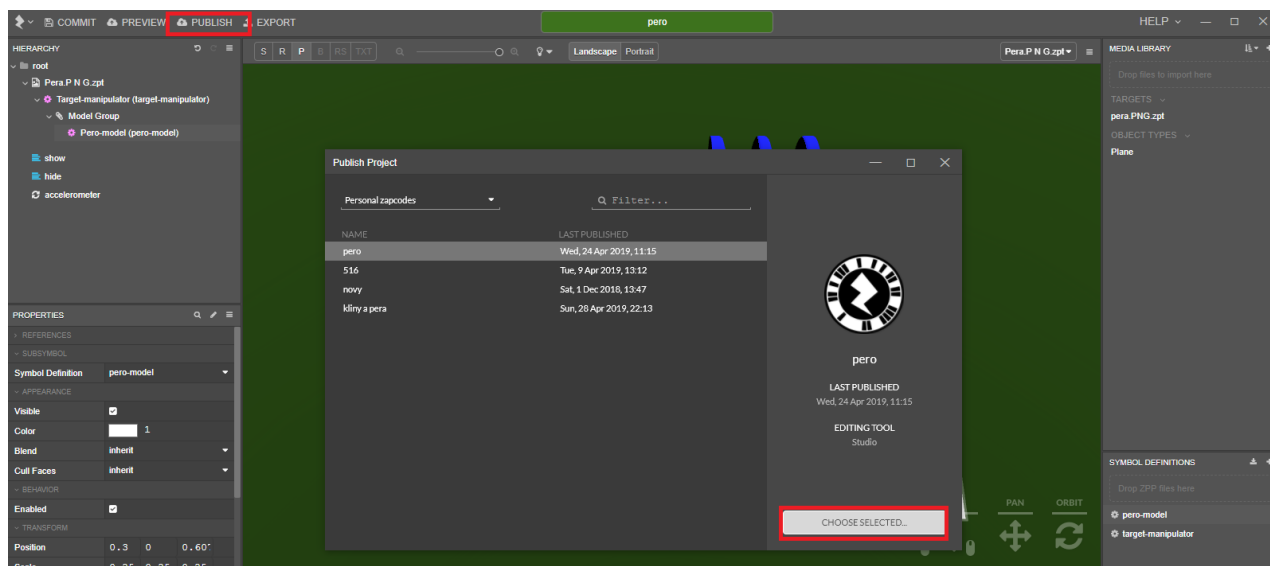
Obrázek 50 - Nastavení pozice v prostoru

Následně stačilo pomocí ikony *Publish* (Obrázek 52) zveřejnit projekt a přiřadit k tomuto marker, tzv. *Zapcode* (Obrázek 51). Zapcodey si jednoduše vytvoříme v on-line pomocí programu Zapworks Designers (Obrázek 53).

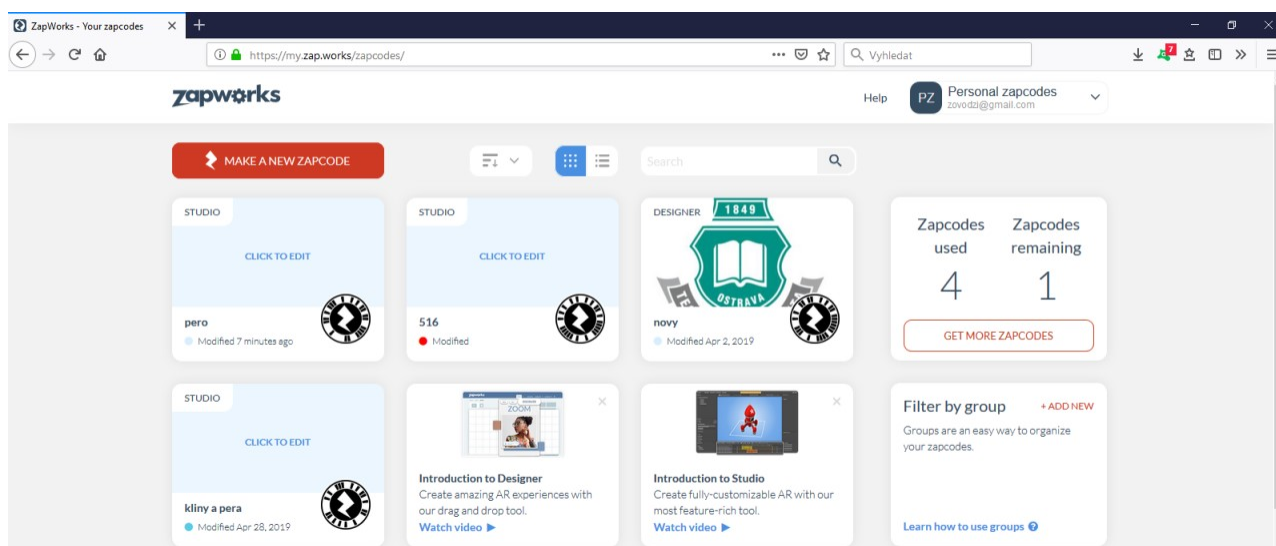


Obrázek 51 - Zapcode



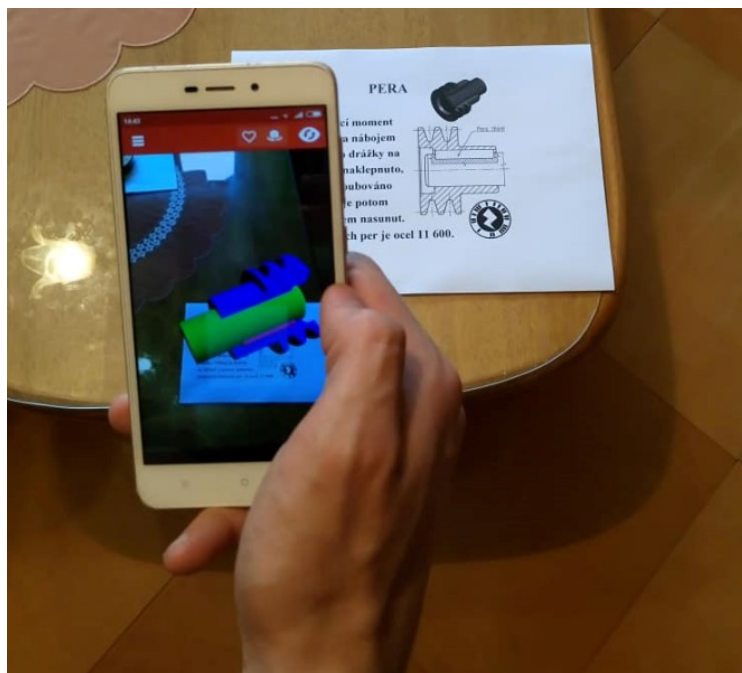


Obrázek 52 - Publikování projektu



Obrázek 53 - Zapworks Designers

Ve posledním kroku bylo nutné stáhnout aplikaci Zappar z Google Play, naskenovat Zapcode a na cílové ploše se nám pomocí mobilního zařízení zobrazila součástka s kterou mohl uživatel otáčet, nebo měnit její měřítko (Obrázek 54).



Obrázek 54 - Zobrazení součástky pomocí mobilního zařízení

Obdobně jsem postupoval při práci s dalšími modely.

## 5 Realizace modelů rozšířené reality pro předmět Základy strojnictví

Mým úkolem bakalářské práce bylo vytvořit aplikaci z oblasti rozšířené reality. Po různých nápadech jsem se rozhodnul zakomponovat prvky rozšířené reality do přednášek z předmětu Základy strojnictví od p. Ing. Šárky Hurníkové, Ph.D. Cílem této aplikace bylo, aby uživatel si mohl pomocí mobilního zařízení zobrazit 3D model, který by mohl pomoci k lepší vizualizaci a pochopení probírané látky.

Předmět Základy strojnictví je základem oborových předmětů, ve kterých se pracuje s normami a technickou dokumentací. Studenti si osvojí základní znalosti z: normalizace, kreslení a čtení technických výkresů, zobrazování, kótování, tolerování strojních součástí a jejich zapisování do seznamu položek, označování jakosti povrchu, označování lepených, pájených a svařovaných spojů. Důraz je kladen na samostatné tvůrčí technické myšlení při samostatných jednotlivých úkolech ve cvičeních. Cílem předmětu je formování odborného profilu studenta tak, aby měl základní znalosti (a uměl je využít) pro další navazující odborné předměty a strojní praxi v konstrukci, projekci a provozu. Předmět se vyučuje na Fakultě strojní a je určen pro všechny studenty 1. ročníku této fakulty.

Garantem tohoto předmětu je p. Ing. Šárka Hurníková, Ph.D., která mi poskytla potřebné materiály pro tvorbu rozšířené reality. Mimo jiné i přednášky, které se odkazují k osnově předmětu:

1. Normalizace
2. Zobrazování na technických výkresech
3. Kreslení obrazů součástí.
4. Kótování, základní pojmy, zapisování kót.
5. Tolerování rozměrů
6. Jakost povrchu, posuzování drsností, označování drsností na výkresech.
7. Geometrické tolerance. Tolerování kuželů.
8. Rozdělení spojovacích částí
9. Strojní součásti (pera, klíny, čepy, kolíky, pružiny),
10. Převody (základní pojmy, rozdělení, zobrazení).
11. Ozubená kola
12. Ložiska (kluzná, valivá)
13. Hřídele a osy.
14. Nerozebíratelná spojení

V mé práci jsem použil 2 přednášky, které zahrnují tyto okruhy:

- **Přednáška č. 6 – 8.** Rozdělení spojovacích částí a 9. strojní součásti.
- **Přednáška č. 8 – 13.** Hřídele a osy a 14. Nerozebíratelná spojení.

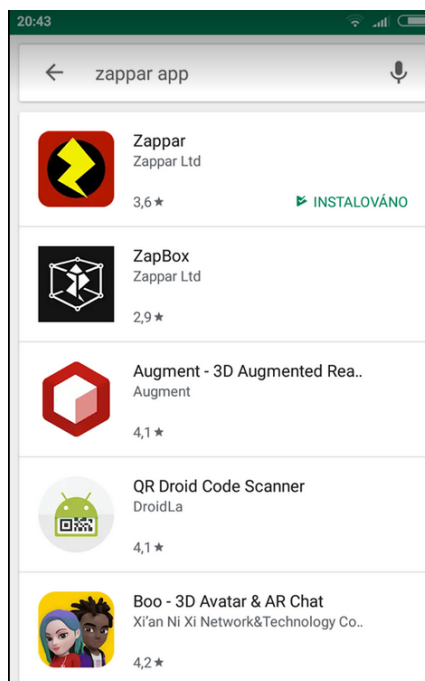
Celkově jsem zpracoval 9 modelů, které se nacházejí v přednáškách.

	<b>3D model</b>	<b>Přednášky</b>
č.1	pero	č.8 - pera
č.2	kolík	č.6 – rozdělení spojovacích částí
č.3	klín	č.8 - klíny
č.4	čep	č.6 – spojení dvou součástí
č.5	řemen	č.6 – rozdělení spojovacích částí
č.6	drážkování	č.8 – drážkové spoje
č.7	svar	č.6 - spojení dvou částí
č.8	lepení	č.6 - spojení dvou částí
č.9	řetěz	č.6 – rozdělení spojovacích částí

Celkově jsem použil 6 zapcodů, jelikož někdy jsem zakomponoval 2 modely do jednoho projektu. ZapWorks Studio nabízí 5 zapcodů zdarma, čili další zapcody je nutné dokoupit.

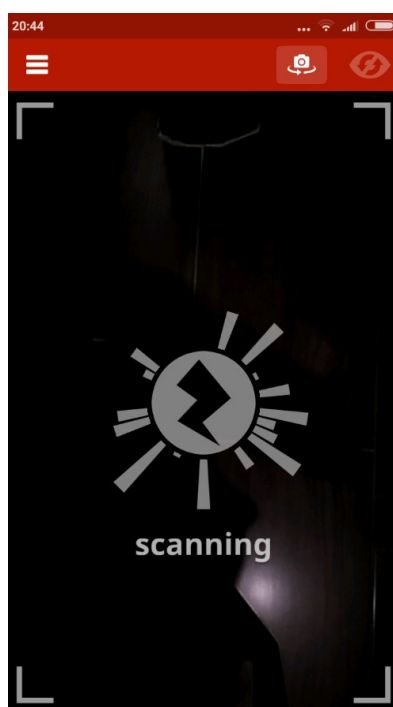
Aby uživatel si zobrazil dané součásti, stačí se řídit podle jednoduchého návodu:

1. Stáhnout aplikaci Zappar z Google Play (Obrázek 46)



Obrázek 46

2. Spustit aplikaci a naskenovat Zapcode (Obrázek 47)



Obrázek č.47

## 6 Závěr

V této práci jsem se v první kapitole seznámil s oblastí rozšířené reality a také jsem se seznámil historickým vývojem rozšířené reality. Také jsem se pokusil vysvětlit rozdíl mezi rozšířenou realitou a virtuální realitou. Následně jsem se zaměřil na rozdělení rozšířené reality a popsal jsem technologie využívající rozšířenou realitu. V druhé kapitole jsem se zaměřil na využití rozšířené reality v nejrůznějších oborech jako logistika, marketing a reklama, vzdělávání nebo průmysl a výroba. V následující třetí kapitole, jsem si vybral tři nástroje na tvorbu rozšířené reality, které jsou dle mého názoru nejvíce známe a vybral jsem si nejvíce vyhovující nástroj pro tvorbu mé práce. Dále jsem se blíže seznámil s programem ZapWorsk Studio a začal jsem s vlastní tvorbou. V tomto nástroji jsem upravil 3D modely, aby bylo možné je zobrazit pomocí rozšířené reality. Tyto 3D modely jsou interaktivní a uživatel může s modely otáčet, nebo měnit měřítko. Tyto 3D modely jsou vkomponovány do prezentaci od p. Ing. Šárky Hurníkové Ph.D. Studenti, pomocí mobilních telefonů vybavených kamerou, si mohou zobrazit 3D model, což by mohlo pomoci při lepším pochopení probírané látky. Celkově jsem zpracoval 9 modelů pro předmět Základy strojnictví, které jsou součástí dvou přednášek toho předmětu. V páté kapitole jsem čtenáře seznámil s předmětem Základy strojnictví a s realizací rozšířené reality v tomto předmětu. Nutno podotknout, že k této problematice rozšířené reality není mnoho českých zdrojů, kromě pár bakalářských, či diplomových prací a většina zdrojů, které jsem používal jsou z anglické literatury, článku a stránek. Proto některé slova, které nejsou používána v češtině jsem logicky přeložil, nebo napsal rovnou v angličtině.

### Směry dalšího řešení

V této práci jsem čtenáře seznámil se základními funkcemi v programu ZapWorks Studio a s jednou možností využití rozšířené reality ve vzdělávání. Nebylo možné čtenáři ukázat plný potenciál programu.

Jednou z možností by bylo implementovat animaci k 3D modelům. Jednoduché animace lze provést přímo v ZapWorks Studio, ale složitější animace je nutné vytvořit v jiném grafickém programu.

Další možností je více rozvíjet interaktivitu 3D modelu s uživatelem, či případně vylepšit grafické možnosti modelu. Uživatel by si mohl nakonfigurovat vlastní barvu modelu, spustit, či zastavit animaci, nebo si zobrazit další informace.

## **Hodnocení**

Z počátku, když jsem začal pracovat na této práci, jsem neměl pořádnou představu, co to rozšířená realita je. Překvapily mě široké možnosti a využití rozšířené reality v nejrůznějších oblastech a oborech. Jsem si jist, že plný potenciál rozšířené reality uvidíme v nejbližší době a že bude součástí našich každodenních životů. Jsem rád, že jsem se mohl seznámit s rozšířenou realitou.

V praktické části jsem se seznámil s funkcemi programu ZapWorks Studio. V tomto programu jsem si vyzkoušel tvorbu rozšířené reality a aplikoval jsem 3D modely do předmětu Základy strojnictví, kde si je budou moci zobrazit studenti tohoto předmětu. Po počátečních technických problémech mě práce v tomto programu bavila. Celkově hodnotím tuto práci kladně a jsem spokojen s výsledky této práce.



## 7 Seznam použité literatury

Anatomy 4D, ©2019. *Educational App Store* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z:

<https://www.educationalappstore.com/app/anatomy-4d>

*Augmented Reality in Education* [online], c2018. [cit. 2018-12-21]. Dostupné z:

<https://thinkmobiles.com/blog/augmented-reality-education/>

*Augmented Reality in Manufacturing* [online], c2018. [cit. 2018-12-20]. Dostupné z:

<https://thinkmobiles.com/blog/augmented-reality-manufacturing/>

Augmented Reality: How does Augmented Reality work?, c2008-2012. *Arview* [online]. [cit.

2019-05-16]. Dostupné z: <http://arview.hu/portal/index.en.aspx>

AZUMA, Ronald, *A Survey of Augmented Reality* [online]. August 1997 [cit. 2018-12-15].

Dostupné z: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

*Best Tools for Building Augmented Reality Mobile Apps* [online], [cit. 2018-12-21]. Dostupné

z: <https://www.upwork.com/hiring/for-clients/building-augmented-reality-mobile-apps/>

BROCKWELL, Holly, 2016. Forgotten genius: the man who made a working VR machine in 1957. *Techradar* [online]. [cit. 2018-12-15]. Dostupné z:

<https://www.techradar.com/news/wearables/forgotten-genius-the-man-who-made-a-working-vr-machine-in-1957-1318253>

CONDENÁROVÁ, Michelle. Návrh interaktivní učebnice / výukové aplikace. Zlín:

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015, 54 s. Dostupné také z:

<http://hdl.handle.net/10563/37350> Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta multimediálních komunikací, Ateliér Digitální design. Vedoucí práce Stránský, Bohuslav.

*Domino's Blipps It To Promote New 555 Deal – Augmented Reality Posters To Promote*

*Latest Pizza Offer* [online], Tuesday 3 January 2012 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z:

<https://pressreleases.responsesource.com/news/69359/domino-s-blipps-it-to-promote-new-deal-augmented-reality/#.U6Q6O7F4D5M%5D~>

Elements 4D Interactive Blocks, ©2019. *Kickstarter* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.kickstarter.com/projects/daqri/elements-4d-interactive-blocks>

*Feature Comparison* [online], c2018. [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <https://www.easyar.com/view/sdk.html>

GLOCKNER,, Holger a Kai JANNEK, *AUGMENTED REALITY IN LOGISTICS* [online]. 2014 [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: [http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about\\_us/logistics\\_insights/csi\\_augmented\\_reality\\_report\\_290414.pdf](http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi_augmented_reality_report_290414.pdf)

Google Glass, 2019. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Google\\_Glass](https://cs.wikipedia.org/wiki/Google_Glass)

HOŘEJŠÍ, Petr, 2014. Využití rozšířené reality ve výrobě. *IT Systems* [online]. 2014 [cit. 2018-12-17]. ISSN 1802-615X. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/vyuziti-rozsirene-reality-ve-vyrobe.htm>

*How it all began* [online], c2018. [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.zappar.com/about/>

*Light Guide Systems* [online], c2018. [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://lightguidesys.com/>

MILGRAM, Paul a Fumio KISHINO, 1994. *A taxonomy of mixed reality visual displays* [online]. [cit. 2018-12-15]. Dostupné z: [https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram\\_IEICE\\_1994.pdf](https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf)

MULLEN, Tony. Prototyping augmented reality. Indianapolis: Wiley, c2011. ISBN 978-1-118-03663-1.

MURRAY, Sarah, Worldwide Spending on Augmented and Virtual Reality to Achieve a Five-Year CAGR of 71.6% by 2022, According to IDC. *IDC* [online]. May 31, 2018 [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS43860118>

*ODG R-9* [online], 2018. [cit. 2018-12-18]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/gaming/odg-r-9-d4684683.htm>

PALANIYAPPAN, Nithya, ©2007. Continental aims to put augmented reality on your car windshield. *Digit* [online]. 8 Apr 2016 [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.digit.in/car-tech/continental-aims-to-put-augmented-reality-on-your-car-windshield-29716.html>

PlayStation VR pro PS4, ©1994-2019. *Alza* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/gaming/playstation-vr-pro-ps4-hra-vr-worlds-ps4-kamera-d5250463.htm>

*Projector-Based Augmented Reality: A New Form of Enterprise AR* [online], c2018. 16 March 2017 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://lightguidesys.com/blog/projector-based-augmented-reality-new-form-enterprise-ar/>

SCHMALSTIEG, Dieter a Tobias HÖLLERER, 2016. *Augmented reality: principles and practice*. Boston: Addison-Wesley. Addison-Wesley usability and HCI series. ISBN 978-0-321-88357-5..

*Rozšířená realita a RFID* [online], [cit. 2018-12-15]. Dostupné z: [http://www.automa.cz/cz/casopis-clanky/rozsirena-realita-a-rfid-2013\\_01\\_0\\_10109/](http://www.automa.cz/cz/casopis-clanky/rozsirena-realita-a-rfid-2013_01_0_10109/)

SCHECHTER, Sonia, What is markerless Augmented Reality?. *Marxent* [online]. May 9, 2014 [cit. 2018-12-18]. Dostupné z: <https://www.marxentlabs.com/what-is-markerless-augmented-reality-dead-reckoning/>

STEINMAN, Kim, *Do Your Delivery Drivers Need Augmented Reality?* [online]. 01 Aug 18 [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: <https://www.scandit.com/do-your-delivery-drivers-need-augmented-reality/>

STEJSKAL, Ondřej. Rozšířená realita a její využití v současné době [online]. Brno, 2016 [cit. 2018-10-11]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/x7r8p/> . Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta. Vedoucí práce Tomáš Staudek.

Top 5 travel apps to enjoy this summer, ©2019. *Wikitude* [online]. July 28, 2017 [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.wikitude.com/blog-top-travel-apps-enjoy-summer/>

Top 10 best face swap apps (android/iphone), 2018. *Techigem* [online]. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://techigem.com/face-swap-apps/>

## **8 Přílohy**

Příloha č.1 - Přednáška č.8 – Pera

Příloha č.2 - Přednáška č.6 – Rozdělení spojovacích částí

Příloha č.3 - Přednáška č.8 – Klíny

Příloha č.4 - Přednáška č.6 – Spojení dvou částí

Příloha č.5 - Přednáška č.6 – Rozdělení spojovacích částí

Příloha č.6 – Přednáška č.6 – Spojení dvou součástí

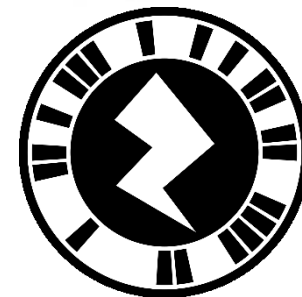
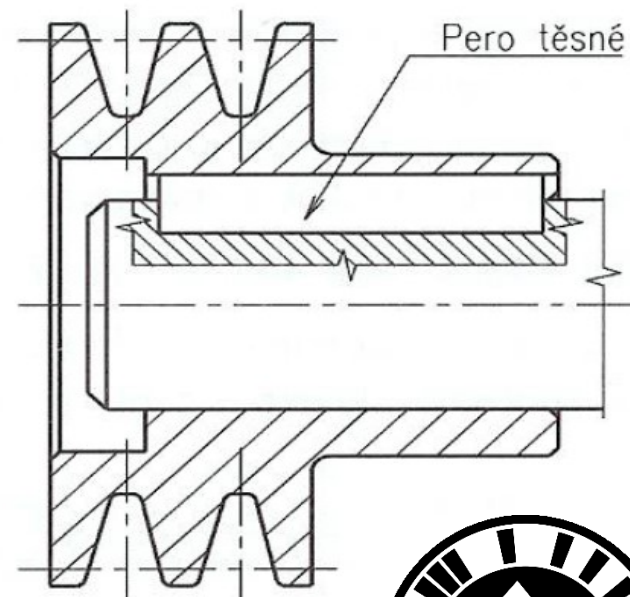
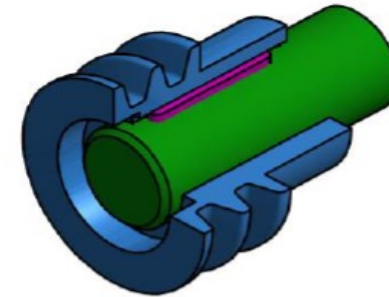
## Příloha č.1

Přednáška č.6 - Pera

# PERA

## Pera

**Přenáší krouticí moment mezi hřídelem a nábojem svými boky. Do drážky na hřídeli je pero naklepnuto, případně přišroubováno šrouby. Náboj je potom na hřídel s perem nasunut. Materiál běžných per je ocel 11 600.**



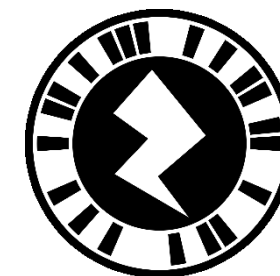
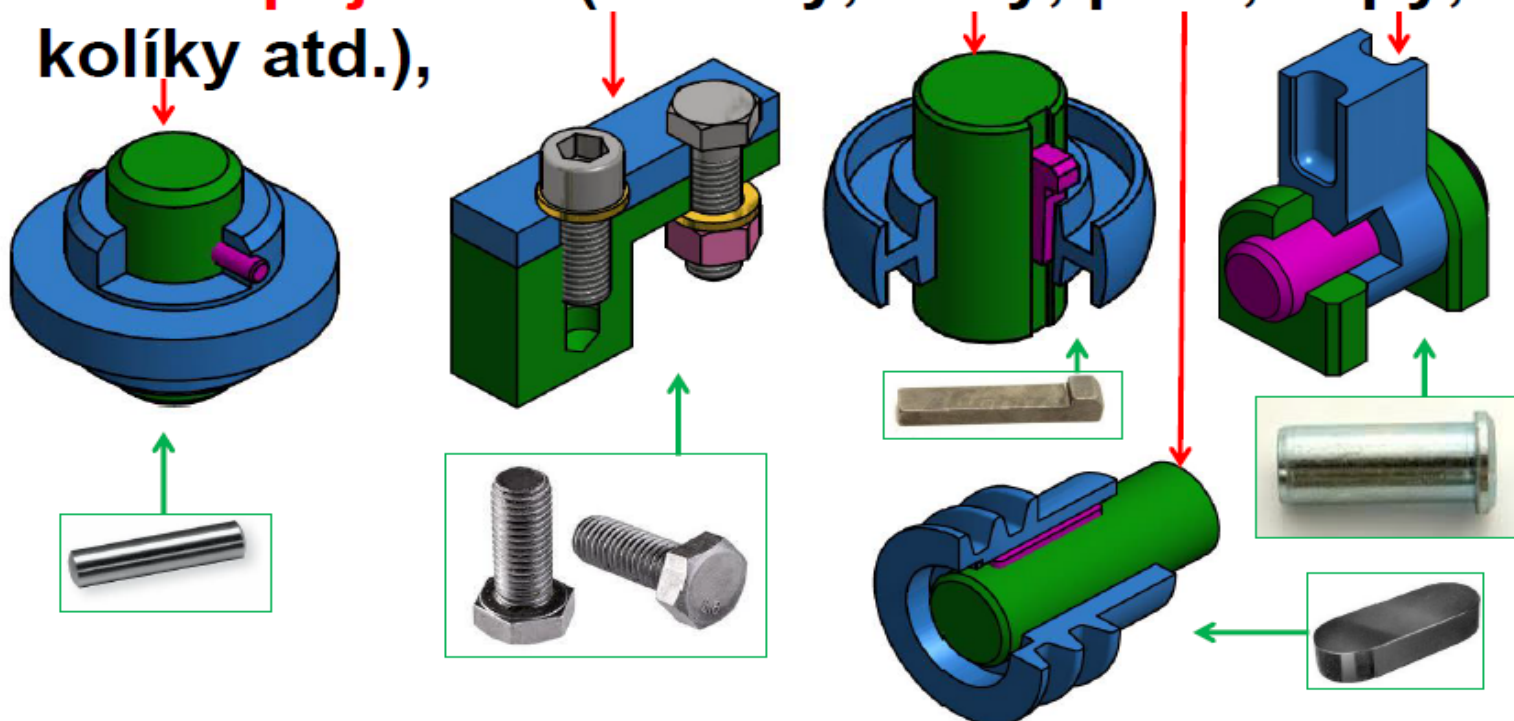
## Příloha č.2

Přednáška č.6 – Rozdělení spojovacích částí

# ROZDĚLENÍ SPOJOVACÍCH ČÁSTÍ

Podle účelu a použití se části strojů obvykle dělí na:

- **části spojovací** (šrouby, klíny, pera, čepy, kolíky atd.),





## Příloha č.3

Přednáška č.8 – Klíny

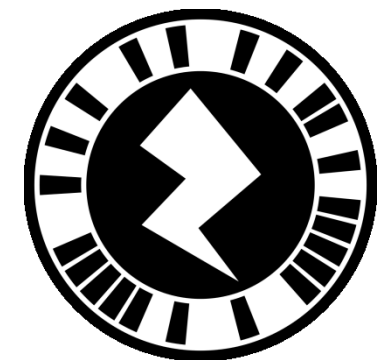
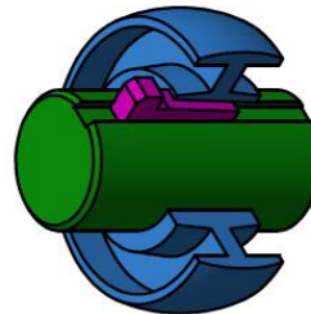
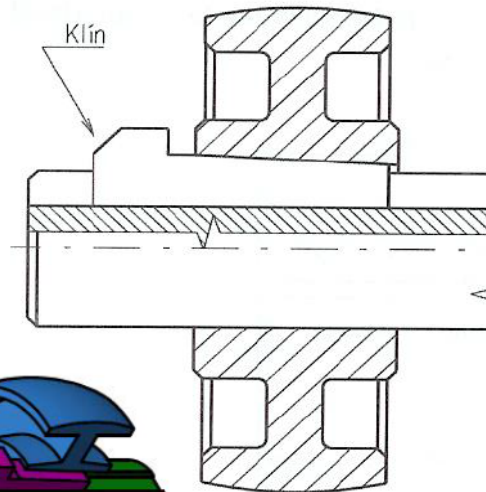
# KLÍNY

**Klíny ČSN 02 2514**



**Krouticí moment se přenáší převážně třením. Klín je vlastně nalisován mezi hřídel a náboj, tím dojde ke vzepření náboje na**

**hřídeli, které zamezí nejen pootočení, ale i posunu náboje po hřídeli (výhoda oproti perům). Nevýhodou je nesouosost hřídele a náboje, která vede k házení náboje.**



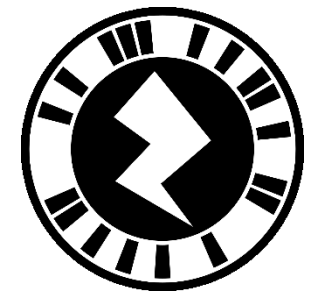
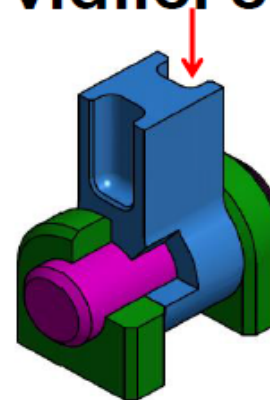
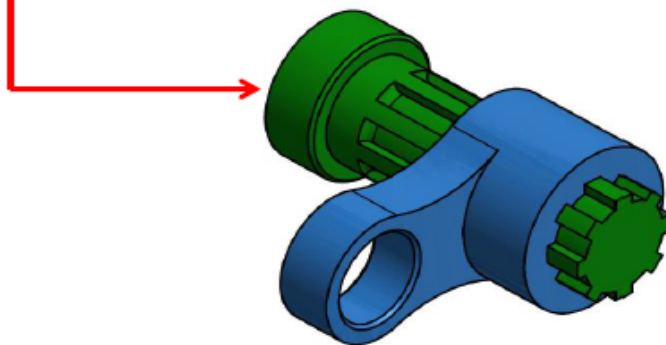
## Příloha č.4

Přednáška č.6 – Spojení dvou součástí

# SPOJENÍ DVOU SOUČÁSTÍ

Při spojení dvou součástí (popř. montážních jednotek) existují v technické praxi tyto možnosti:

- **spojení s tvarovým stykem** (např. přenos krouticího momentu drážkovým hřídelem na drážkový náboj nebo přenos síly tlakem u kloubového spojení táhla s vidlicí čepem),

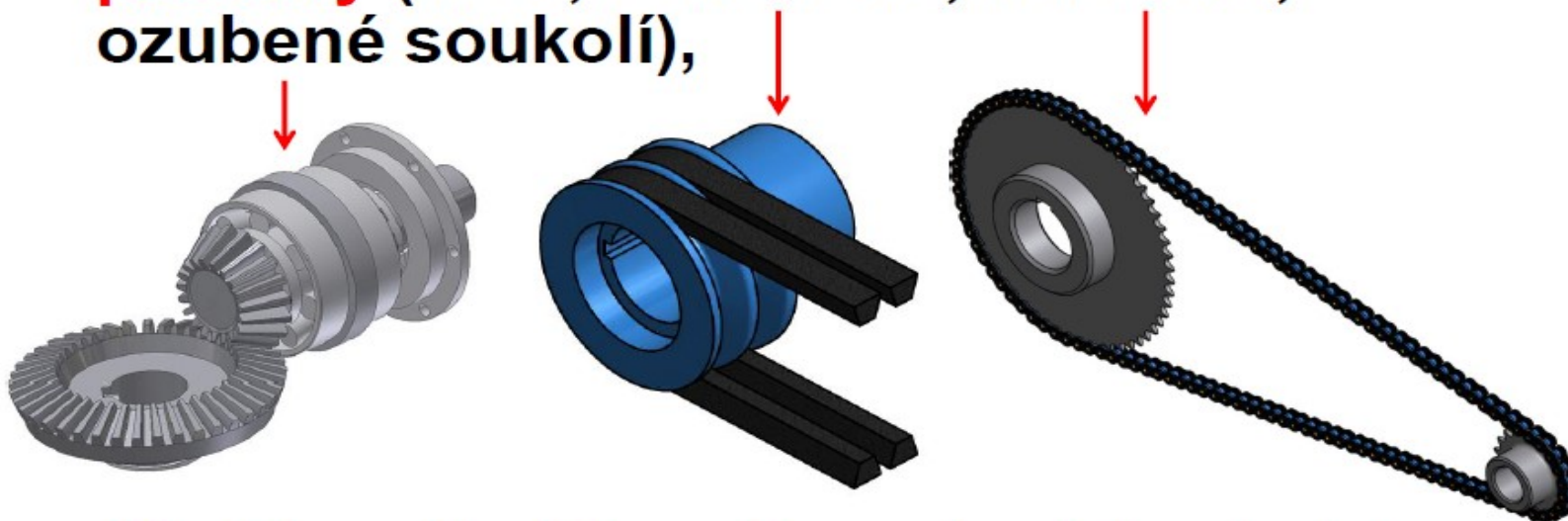


## Příloha č.5

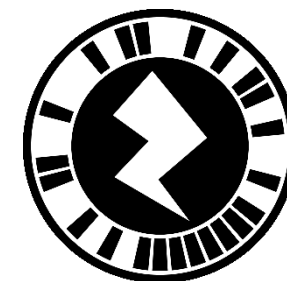
Přednáška č.6 – Rozdělení spojovacích částí

# ROZDĚLENÍ SPOJOVACÍCH ČÁSTÍ

- **převody** (třecí, řemenové, řetězové, ozubené soukolí),



- **části k vedení kapalin a plynů** (potrubí a armatury),



## Příloha č.6

Přednáška č.6 – Spojení dvou součástí

# SPOJENÍ DVOU SOUČÁSTÍ

- **spojení silovým stykem** (např. nalisovaný spoj pro přenos krouticího momentu),
- **spojení s materiálovým stykem** (svařování, pájení, lepení).

